JACOB BRONOWSKI

ASCENSIUNEA OMULUI

CARTE ECRANIZATĂ ÎN CELEBRUL DOCUMENTAR OMONIM BBC

e book HUMANITAS

Jacob Bronowski (1908–1974) s-a remarcat nu numai ca om de știință, matematician sau istoric al științelor, dar și ca dramaturg, poet și inventator. Pe lângă activitatea sa științifică de la Institutul Salk, California, Bronowski a conceput și a prezentat renumitul documentar difuzat de BBC în 1973 și intitulat *Ascensiunea omului* (*The Ascent of Man*), documentar a cărui versiune tipărită o constituie cartea de față, tradusă pentru prima oară în limba română. Printre lucrările sale se numără: *The Poet's Defence* (1939), *William Blake: A Man Without a Mask* (1943), *The Common Sense of Science* (1951), *The Face of Violence* (1954), *Science and Human Values* (1958), *William Blake: The Penguin Poets Series* (1958), *The Western Intellectual Tradition, From Leonardo to Hegel* (1960 – cu Bruce Mazlish), *Biography of an Atom* (1963 – cu Millicent Selsam), *Insight* (1964), *The Identity of Man* (1965 și 1972), *Nature and Knowledge: The Philosophy of Contemporary Science* (1969).

JACOB BRONOWSKI

ASCENSIUNEA OMULUI

Cuvânt înainte de
RICHARD DAWKINS

Traducere din engleză de
DAN NICOLAE POPESCU



Cuprins

CUVÂNT ÎNAINTE
de Richard Dawkins

Sintagma „ultimul renascentist“ a devenit un clișeu, dar suntem gata să iertăm un clișeu în rarele ocazii în care acesta este adevărat. Cu siguranță este greu să ne gândim la un candidat mai potrivit pentru această distincție decât Jacob Bronowski. Veți mai găsi savanți care se pot lăuda, în paralel, cu o cunoaștere profundă a artelor sau – într-un astfel de caz – care combină eminența în știință cu o cunoaștere superioară a istoriei Chinei. Dar cine în afară de Bronowski mai poate îmbina fără cusur gândirea științifică cu o cunoaștere profundă a istoriei, artei, antropologiei culturale, literaturii și filozofiei? Dar el o face cu dezinvoltură, fără sforțări, fără să dea vreodată dovadă de cea mai mică urmă de afectare. Bronowski se folosește de limba engleză – care nu este limba lui maternă, fapt cu atât

mai remarcabil – la fel cum un pictor se folosește de pensulă, arătându-și măiestria atât pe pânza în ansamblu, cât și în neîntrecutele detalii miniaturale.

Inspirat de *Mona Lisa,* el ne vorbește despre, probabil, primul și cel mai mare renascentist, al cărui desen reprezentând un făt în pântec a figurat în introducerea serialului de televiziune *The Ascent of Man* (*Ascensiunea omului*):

> Omul nu este unic doar pentru că se îndeletnicește cu știința și cu arta deopotrivă, ci este unic pentru că știința și arta sunt în egală măsură expresii ale minunatei plasticități a minții sale. Și *Mona Lisa* este un exemplu cât se poate de nimerit, pentru că, la urma urmei, Leonardo da Vinci asta a făcut aproape întreaga viață: a desenat schițe anatomice, așa cum este fătul în pântec ce face parte din Colecția Regală de la Windsor. Iar creierul și fătul sunt exact punctele de plecare ale plasticității comportamentului uman.

Cu câtă măiestrie face Bronowski trecerea de la desenul lui Leonardo la copilul din Taung: reprezentant al speciei umanoide ancestrale

Australopithecus, victima unui vultur uriaș acum mai bine de 2 milioane de ani, fapt cunoscut nouă astăzi, dar necunoscut lui Bronowski atunci când a efectuat analiza sa matematică asupra micului craniu de australopitec.

Găsim câte un aforism pe fiecare pagină a acestei cărți, câte ceva demn de preţuit, ceva demn de pus pe ușă în văzul tuturor, poate epitaful de pe piatra funerară a unui mare om de știință: „Cunoașterea... este o aventură nesfârșită la frontiera incertitudinii“. De-a dreptul înălțător, nu? Inspirator? Fără îndoială. Dar citiți afirmația în context și ea devine șocantă. Piatra funerară se dovedește a aparține unei întregi tradiții academice distruse aproape peste noapte de Hitler și aliații lui:

> Europa nu mai era un spațiu ospitalier pentru imaginație – și nu doar pentru imaginația științifică. O întreagă concepție culturală bătea în retragere: conceptul conform căruia cunoașterea umană este personală și responsabilă, o aventură nesfârșită la frontiera incertitudinii. S-a lăsat o tăcere grea, ca după procesul lui Galilei. Marii oameni au pătruns într-o lume supusă

amenințărilor: Max Born, Erwin Schrödinger, Albert Einstein, Sigmund Freud, Thomas Mann, Bertolt Brecht, Arturo Toscanini, Bruno Walter, Marc Chagall...

Cuvinte atât de puternice nu au nevoie de voce ridicată sau de lacrimi ostentative. Cuvintele lui Bronowski căpătau impact prin tonul lui calm, omenos și neostentativ, prin pronunția rulată și antrenantă a consoanei *r* în timp ce privea direct la cameră, cu lentilele ochelarilor strălucind asemenea unui far în întuneric.

Acesta este unul dintre rarele pasaje sumbre într-o carte plină, în cea mai mare parte, de lumină, și cu adevărat înălțătoare. Aproape că se aude vocea inconfundabilă a lui Bronowski în interiorul acestui volum, și aproape se poate vedea mâna lui expresivă cum despică aerul, croindu-și drum prin problematica complexă în căutarea unor înțelesuri. Aflat dinaintea unei sculpturi celebre a lui Henry Moore, *The Knife's Edge* (*Muchie de cuțit*), Bronowski ne spune:

> Mâna este muchia tăioasă a minții. Civilizația nu este o colecție de artefacte desăvârșite, ci elaborarea unei serii de procese. În cele din urmă, marșul spre civilizație al omului este totuna cu rafinamentul mâinii în acțiune. Cel mai puternic imbold în ascensiunea omului îl reprezintă plăcerea pe care i-o procură abilitățile sale. Omului îi place să facă lucrurile pe care le face bine și, odată făcute bine, îi place să le facă și mai bine. Acest lucru se vede limpede în știință. Se vede în splendoarea sculpturilor și construcțiilor sale, în atenția afectuoasă, veselia și temeritatea pe care le pune în toate lucrările sale. Se presupune că monumentele comemorează regi și religii, eroi și dogme, dar în cele din urmă omul comemorat prin ele este cel care le-a construit.

Bronowski a fost un raționalist și, totodată, un iconoclast. El nu s-a mulțumit cu bucuria călduță oferită de realizările științei, ci a urmărit să provoace, să contrarieze, să înțepe.

> Aceasta este, de fapt, esența științei: pune o întrebare impertinentă și te afli deja pe calea obținerii unui răspuns pertinent.

Această constatare nu se aplică doar științei, ci întregii cunoașteri umane, al cărei simbol este pentru Bronowski una dintre cele mai vechi și mai prestigioase universități din lume, aflată, întâmplător, în Germania:

> Universitatea este o Mecca spre care studenții se îndreaptă cu o credință nu tocmai desăvârșită. Și este important că studenții aduc cu ei o ireverență de ștrengari față de studiu; nu au venit aici să idolatrizeze cunoașterea acumulată, ci să o pună sub semnul întrebării.

Bronowski tratează speculațiile magice ale omului primitiv cu simpatie și înțelegere, dar în cele din urmă

> ...magia este doar un cuvânt, nu un răspuns. În sine, magia este un cuvânt care nu explică nimic.

În știință se găsește magie – genul potrivit de magie. Se găsește și poezie în știință, după cum poezie magică întâlnim în fiecare pagină a acestei cărți. Știința este poezia realității. Chiar dacă Bronowski nu a spus așa ceva, este tipul de afirmație pe care ar

fi putut-o face acest învățat cu exprimare limpede, acest înțelept blând, a cărui intuiție și inteligență simbolizează tot ce este mai de preț în ascensiunea omului.

Introducere

Prima schiță a *Ascensiunii omului* a fost scrisă în iulie 1967, iar ultimele cadre ale filmului documentar au fost trase în decembrie 1972. Într-un demers de o asemenea amploare, oricât ar fi de atractiv, nu te poți angaja cu lejeritate. Un astfel de proiect solicită o vigoare intelectuală și fizică necontenită și o dăruire totală, lucruri care a trebuit să fiu sigur că pot să mi le asum cu plăcere pe întreaga sa durată: de pildă, am fost nevoit să las deoparte o serie de cercetări la care începusem lucrul; și s-ar cuveni să explic în continuare ce anume m-a determinat să procedez astfel.

În ultimii douăzeci de ani, caracterul științei a suferit o schimbare profundă: centrul atenției s-a deplasat dinspre științele fizice către științele vieții. În consecință, acest domeniu este din ce în ce mai mult atras de studiul individualității.

Însă spectatorul interesat nu este încă nici pe departe conștient de efectul semnificativ al schimbării imaginii omului după chipul modelat de știință. În calitatea mea de matematician specializat în fizică, nu aș fi conștientizat nici eu acest efect dacă o serie de împrejurări fericite nu m-ar fi îndreptat, pe la mijlocul vieții, către științele vieții. Mă simt dator pentru șansa nesperată care m-a purtat într-o singură viață către două domenii științifice de prim rang; și cu toate că nu știu cui anume îi sunt dator, am conceput acest proiect în semn de recunoștință față de această datorie.

Invitația pe care am primit-o de la BBC (British Broadcasting Corporation) presupunea ca eu să prezint dezvoltarea științei într-o serie de emisiuni de televiziune care să semene cu cele realizate de Lordul Clark sub genericul *Civilizații*. Televiziunea reprezintă un mediu admirabil de prezentare din mai multe puncte de vedere: impactul vizual puternic și imediat, capacitatea de a-l transporta fizic pe spectator în locurile și procesele care sunt descrise și caracterul colocvial care îl

face să înțeleagă că este martor nu al unor evenimente, ci al unor acțiuni efectuate de oameni. Ultimul dintre aceste merite ale televiziunii este, după mine, cel mai concludent și a cântărit cel mai greu în alegerea mea de a concepe o biografie personală a ideilor sub forma unor eseuri de televiziune. Trebuie subliniat că în general cunoașterea și în particular știința nu se constituie din idei abstracte, ci din idei formulate de oameni, încă de la începuturile sale și până la varianta sa modernă cu care ne-am obişnuit. Așadar conceptele fundamentale care ne deschid tainele naturii trebuie înfățișate în felul în care au apărut încă de timpuriu în cele mai vechi culturi ale omului, ca un produs al aptitudinilor sale de bază specifice. Iar dezvoltarea științei, care se alătură acestora în conjuncturi din ce în ce mai complexe, trebuie și ea privită ca fiind la fel de omenească: descoperirile sunt făcute de oameni, nu doar de minți omenești, și astfel ele sunt vii și încărcate de individualitate. Dacă televiziunea nu este folosită pentru a da formă

concretă acestor gânduri, atunci nu este de nici un folos.

Înșiruirea ideilor este, în orice caz, un efort intim și personal, iar aici ajungem la incidenţa dintre emisiunea de televiziune şi cartea tipărită. Spre deosebire de un curs sau de un spectacol de cinema, televiziunea nu vizează mulțimile. Ea se adresează unui grup de doi sau trei oameni aflați într-o cameră, aidoma unei conversații față în față – o conversație unidirecțională în cea mai mare parte, la fel cum face cartea, însă tot atât de familiară și de socratică. Pentru mine, absorbit de curenții filozofici subterani ai cunoașterii, acesta este cel mai atractiv dar al televiziunii, cu ajutorul căruia poate foarte bine să devină o forță intelectuală la fel de convingătoare precum cartea.

Cartea tipărită se bucură de o libertate în plus față de televiziune: ea nu este fatalmente legată de direcția liniară a timpului, așa cum este orice discurs rostit. Cititorul poate face lucruri inaccesibile privitorului și ascultătorului, se poate opri ca să reflecteze, poate frunzări paginile și întoarce argumentele pe

toate părțile, poate compara un fapt cu altul și, în general, poate evalua detaliile dovezilor prezentate fără a fi distras de acestea. Am profitat de această înaintare mai tihnită a minţii ori de câte ori mi-a fost cu putință, așternând de data aceasta pe hârtie ceea ce s-a rostit mai întâi pe ecranul televizorului. Pentru scenariu am folosit un volum însemnat de cercetări, fapt care a generat o sumedenie de conexiuni și curiozități, și ar fi fost păcat ca o parte din această bogăție de informații să nu se regăsească în paginile cărții. Cu toate acestea, mi-ar fi plăcut să fac mai mult, și să intercalez textul detaliat cu materialul-sursă și cu citatele pe care se bazează. Însă acest lucru ar fi transformat cartea într-o lucrare adresată cercetătorului, și nu cititorului obișnuit.

Pentru redarea textului în cadrul documentarului televizat, am urmat îndeaproape cuvântul rostit, din două motive. Mai întâi, am dorit să păstrez în vorbire spontaneitatea gândului, pe care am încercat pe toate căile să o cultiv oriunde m-au purtat pașii. (Din același motiv, am ales, pe cât posibil, să ajung în locuri la fel de inedite

pentru mine cât și pentru privitori.) În al doilea rând, și chiar mai important, am dorit să protejez și spontaneitatea argumentației. Un argument rostit este neprotocolar și euristic; el identifică miezul chestiunii și arată în ce fel aceasta este crucială și aduce un element de noutate; și tot el conferă o direcție și un traiect soluției, astfel încât, cu toate simplificările, logica acesteia rămâne cea corectă. Pentru mine, această formă filozofică a argumentului este fundamentul științei, și nimic nu ar trebui să aibă voie să o pună în umbră.

Conținutul acestor eseuri este, de fapt mai cuprinzător decât domeniul științelor, și nu le-aș fi reunit sub titlul *Ascensiunea omului* dacă nu aș fi avut în minte și alte etape ale evoluției culturale a omenirii. În acest volum s-a manifestat aceeași ambiție ca în celelalte cărți ale mele, fie ele de literatură sau științifice: crearea unei filozofii pentru secolul XX care să fie absolut unitară. Aidoma celorlalte cărți ale mele, această serie de eseuri reprezintă mai degrabă o filozofie decât o istorie, și mai degrabă o filozofie a naturii decât una a științei.

Subiectul ei se constituie în versiunea contemporană a disciplinei numită în trecut filozofie naturală. În opinia mea, în zilele noastre omul este mai bine pregătit din punct de vedere intelectual pentru a concepe o filozofie naturală decât a fost vreodată în ultimele trei secole. Acest lucru se datorează recentelor descoperiri din domeniul biologiei umane care au imprimat o direcție nouă gândirii științifice, au marcat o trecere de la general spre individual și, pentru prima dată după Renaștere, au deschis larg porțile lumii naturale.

Nici o filozofie, și nici măcar o știință decentă, nu poate exista în absența umanității. Sper că acest spirit de afirmare a valorilor umane se vede limpede în această carte. Pentru mine, înțelegerea naturii are drept țel înțelegerea naturii umane, și a condiției umane în ansamblul naturii.

Prezentarea unei viziuni asupra naturii de anvergura acestei serii de eseuri este atât un experiment, cât și o aventură, și sunt recunoscător tuturor celor care le-au făcut pe amândouă posibile. Sunt mai întâi îndatorat Institutului de Studii

Biologice Salk, care m-a susținut neabătut în studierea specificității umane, și care mi-a acordat un an de concediu sabatic pentru a filma emisiunea. Sunt de asemenea îndatorat societății BBC și asociaților ei, în special lui Aubrey Singer, care a conceput această temă impozantă și și-a dat toată silința timp de doi ani să mă convingă să o accept.

Lista persoanelor care m-au ajutat la realizarea emisiunilor este atât de lungă încât trebuie să o redau pe o pagină separată, și să le mulțumesc tuturor *in corpore*; a fost o adevărată plăcere să lucrez cu ei. Totuși, nu pot trece mai departe fără a aminti numele producătorilor care stau în capul listei, în mod deosebit Adrian Malone și Dick Gilling, ale căror idei pline de imaginație au condus la transformarea cuvântului într-un serial de televiziune.

Două persoane au lucrat cot la cot cu mine la realizarea acestui volum, Josephine Gladstone și Sylvia Fitzgerald, și au făcut chiar mai mult decât atât; îmi face o mare bucurie să le pot mulțumi aici pentru strădaniile lor. Josephine Gladstone a coordonat partea de cercetare a serialului

începând cu anul 1969, iar Sylvia Fitzgerald m-a ajutat să planific și să redactez scenariul serialului episod cu episod. Cu greu aș fi putut găsi colege mai antrenante decât ele.

J.B.
La Jolla, California
August 1973

Capitolul 1
APROAPE ÎNGERI

Omul este o ființă neobișnuită. El posedă o sumă de înzestrări care îl fac unic în rândul animalelor: astfel că, spre deosebire de acestea, omul nu este o parte din peisaj – el este cel care îl modelează. Cu trupul și cu mintea, omul este exploratorul naturii, animalul ubicuu care nu și-a descoperit casa pe fiecare dintre continente, ci și-a construit-o singur.

Conform relatărilor păstrate, atunci când spaniolii au ajuns pe uscat la țărmul Oceanului Pacific în 1769, indienii californieni obișnuiau să spună că, în nopțile cu lună plină, peștii ies din ocean și dansează pe plajele lor. Și, într-adevăr, există o varietate de pește local, grunionul, care iese din apă și își depune icrele deasupra urmei lăsate de cota maximă a fluxului. Femelele își îngroapă coada în nisip, iar masculii se rotesc în jurul lor și fertilizează

icrele pe măsură ce sunt depuse. Momentul lunii pline este important deoarece oferă timpul necesar icrelor pentru incubație în nisip, netulburate de nimic timp de nouă-zece zile, în intervalul cuprins între mareele foarte înalte și mareele următoare, care vor purta cu ele în ocean icrele eclozate.

Nu există peisaj pe planetă care să nu prezinte din abundență asemenea adaptări admirabile, prin care un animal se armonizează cu mediul său asemenea elementelor unui angrenaj de roți dințate. Ariciul doarme şi așteaptă venirea primăverii pentru a-și trezi la viață metabolismul. Pasărea-colibri bate aerul cu aripile și își înmoaie ciocul subțire ca un ac în florile de pe ramuri. Fluturii imită frunzele și chiar creaturi nocive pentru a-și induce în eroare dușmanii naturali. Cârtița își croiește drum pe sub pământ de parcă ar fi fost proiectată sub forma unei lopeţi mecanice.

Așadar, milioane de ani de evoluție au modelat grunionul astfel încât să se adapteze și să se sincronizeze cu mareele. Însă natura – adică evoluția biologică – nu l-a adaptat pe om la

vreun mediu anume. Dimpotrivă, în comparație cu grunionul, omul dispune de o trusă de supraviețuire destul de rudimentară; și totuși – iar acesta este paradoxul condiției umane – cu ajutorul ei această ființă se adaptează la orice mediu. Din multitudinea de viețăți înconjurătoare care străbat uscatul, zboară prin aer, se ascund în vizuini și înoată prin ape, omul este singura creatură care nu este blocată în mediul ei. Imaginația, rațiunea, subtilitatea emoțională și rezistența care îl definesc îi permit să schimbe mediul înconjurător. Iar șirul de invenții prin care omul și-a remodelat mediul de la o epocă la alta reprezintă un alt tip de evoluție – nu biologică, ci culturală. Am numit această strălucită succesiune de împliniri culturale *ascensiune a omului*.

Folosesc cuvântul ascensiune cu un sens precis. Omul se deosebește de celelalte animale prin bogăţia imaginaţiei sale. El croiește planuri, produce invenții și face noi descoperiri, aducând laolaltă talente diferite; iar descoperirile sale devin

din ce în ce mai subtile și pătrunzătoare pe măsură ce învață să își combine talentele în moduri mai complexe și mai profunde. Astfel, marile descoperiri ale diferitelor epoci și culturi, în domenii precum tehnica, știința și artele, exprimă prin continuitatea lor o îmbinare mai bogată și mai complexă a facultăților umane, o întrepătrundere ascendentă a înzestrărilor omului.

Desigur, este ispititor – chiar extrem de ispititor pentru un om de știință – să speri că cele mai originale realizări ale minții omenești sunt de asemenea și cele mai recente. Și avem într-adevăr motive să ne mândrim cu o serie de cercetări moderne. Să ne gândim doar la descifrarea codului eredității din spirala de ADN; sau la cercetările în desfășurare care au ca obiect facultățile speciale ale creierului uman. Să ne gândim la intuiția filozofică ce a condus la formularea teoriei relativității sau a comportamentului precis al materiei la scară atomică.

Totuși, admirația exclusivă manifestată față de propriile noastre succese, ca și cum ele nu ar avea un trecut (și ar fi sigure de viitorul pe

care îl au), ar însemna să transformăm cunoașterea într-o caricatură. Deoarece realizările umane, în special știința, nu reprezintă un muzeu alcătuit din construcții desăvârșite. Este mai degrabă vorba de o evoluție în care își află locul atât primele experimente ale alchimiștilor, cât și aritmetica sofisticată inventată pentru uzul propriu de către astronomii mayași ai Americii Centrale, independent de Lumea Veche. Construcțiile din piatră de la Machu Picchu în Anzi și geometria Alhambrei din Spania maură ne par astăzi, după cinci secole, splendide lucrări de artă decorativă. Dar dacă ne oprim aici cu aprecierile, ne scapă originalitatea celor două culturi care le-au creat. La vremea lor, aceste construcţii au fost pentru popoarele lor la fel de impresionante și de importante cum este arhitectura ADN-ului pentru noi.

În fiecare epocă există un moment de cotitură, un nou mod de a vedea și de a afirma coerența lumii. El se găsește încremenit în statuile de pe Insula Paștelui care opresc timpul în loc, precum și în orologiile medievale din Europa, care odată păreau și ele

să aibă ultimul cuvânt de spus în privința bolții cerești. Fiecare cultură se străduiește să își fixeze în timp un moment vizionar, când a trăit o transformare cauzată de o nouă concepție fie asupra naturii, fie asupra omului. Dar, privind în urmă, atenția ne este atrasă cu precădere de elementele de continuitate – gândurile care se perpetuează sau se repetă de la o civilizație la alta. În chimia modernă nu există nimic mai inedit decât amestecul de aliaje cu proprietăți noi, descoperit la puțin timp după nașterea lui Hristos, în America de Sud, și cu mult timp înainte de aceasta în Asia. La nivel conceptual, fisiunea și fuziunea nucleară se trag amândouă dintr-o descoperire făcută în preistorie: şi anume că piatra, alături de întreaga materie, are o structură care îi permite să fie spartă și reasamblată sub forma unor noi aranjamente. Iar în domeniul biologiei, omul a inovat aproape la fel de devreme: agricultura – domesticirea grâului sălbatic, de exemplu – și ideea surprinzătoare de a îmblânzi calul și apoi de a-l călări.

În prezentarea momentelor de cotitură și a continuităților culturale, voi urma o ordine cronologică generală, nu una strictă, deoarece mă interesează istoria minții omului ca o desfășurare a diferitelor capacităţi ale sale. Voi pune în legătură ideile omului, în special ideile științifice, cu obârșia lor în darurile cu care natura l-a înzestrat, și care îl fac unic. Și nu fac decât să prezint ceea ce m-a fascinat de mulți ani, anume felul în care ideile omului exprimă ceea ce este esențialmente uman în natura sa.

Aşadar, aceste emisiuni sau eseuri reprezintă o incursiune în istoria intelectuală, o călătorie personală spre culmile împlinirilor omenești. Ascensiunea omului are loc prin descoperirea plenitudinii darurilor sale (talentele sau facultățile sale), iar în ceea ce el creează pe drum sunt tot atâtea monumente care marchează etapele înțelegerii naturii și înțelegerii de sine – ceea ce poetul W.B. Yeats a numit „monumente ale intelectului pururi tânăr“[1].

1. *Monuments of unageing intellect* (vers din celebrul poem *Sailing to Byzantium*, 1928) (n. tr.).

De unde ar trebui să începem? De la Creație – de la însăși crearea omului. Charles Darwin ne-a arătat drumul în *Originea speciilor* din 1859, și mai apoi în cartea sa din 1871, *Descendența omului*. Astăzi știm aproape sigur că omul a evoluat inițial în Africa, în regiunea ecuatorială. Tipică pentru spațiile în care se poate să fi început evoluția omului este regiunea acoperită de savană care se întinde din nordul Kenyiei până în sud-vestul Etiopiei, în vecinătatea Lacului Rudolf. Lacul, de forma unei fâșii prelungi, se întinde pe direcția nord-sud de-a lungul Văii Marelui Rift, mărginită de sedimente bogate adunate în peste 4 milioane de ani, care s-au depus în bazinul a ceea ce a fost odată un lac cu mult mai întins. O parte însemnată din apa lacului provine din fluviul leneș și sinuos Omo. Acest areal reprezintă una dintre posibilități când discutăm despre originea omului: valea fluviului Omo din Etiopia, în vecinătatea Lacului Rudolf.

Miturile străvechi obișnuiesc să lege crearea omului de o vârstă de aur și de un peisaj mirific și legendar. Dacă aș spune acum povestea

Genezei, ar trebui să mă găsesc în Grădina Edenului. Dar acest loc este în mod evident cât se poate de diferit de Grădina Edenului. Și totuși mă aflu în punctul ombilical al lumii, în locul nașterii omului, aici, în Valea Riftului est-african din apropierea Ecuatorului. Nivelul mocirlos al apelor fluviului Omo, malurile abrupte, delta stearpă, stau toate mărturie trecutului istoric al omului. Și dacă acest loc va fi fost vreodată Grădina Edenului, ea s-a veștejit cu milioane de ani în urmă.




1. Animalele constituie o surpriză, deoarece se dovedește că au suferit foarte puține schimbări în timp. *Coarne moderne* și *fosile de antilopă nyala din albia fluviului Omo. Coarnele fosile au o vechime de peste 2 milioane de ani.*

Am ales acest loc deoarece structura lui este unică. În această vale, în decursul ultimelor 4 milioane de ani, s-a depus, strat după strat, cenușă vulcanică, intercalată cu brâuri groase de șisturi și argilit. Depozitul gros s-a format în epoci

diferite, prin depunerea de straturi succesive, separate în mod vizibil după vârsta fiecărui sediment: cu 4 milioane de ani în urmă, cu 3 milioane de ani în urmă, cu peste 2 milioane de ani în urmă, cu puțin sub 2 milioane de ani în urmă. Iar apoi Valea Riftului a făcut ca aceste sedimente să se cuteze și le-a împins spre exterior, astfel încât ele alcătuiesc astăzi o hartă în timp, pe care o vedem desfășurându-se pe vaste întinderi și perioade din trecut. Mărturia timpului în straturile geologice, îngropată îndeobște sub picioarele noastre, a fost împinsă la suprafața teraselor care flanchează fluviul Omo și se întind ca palele unui evantai.

Aceste terase reprezintă marginea straturilor geologice: în prim-plan nivelul inferior, în vârstă de 4 milioane de ani, și dincolo de el, nivelul imediat următor ca adâncime, cu o vechime de mai bine de 3 milioane de ani. Rămășițele unei creaturi asemănătoare cu omul se ivesc dincolo de acest nivel, împreună cu cele ale animalelor care au trăit în aceeași perioadă de timp.

Animalele constituie o surpriză, deoarece se dovedește că au suferit foarte puține schimbări în timp. Când însă descoperim în mâlul vechi de 2 milioane de ani fosilele creaturii din care s-a format omul, suntem uimiți de diferențele izbitoare între scheletul acesteia și al nostru – de dezvoltarea craniului, de exemplu. Așadar, în mod cu totul firesc, ne așteptăm ca și animalele din savană să se fi schimbat dramatic. Dar fosilele descoperite în Africa ne arată că lucrurile nu stau așa. Priviți o antilopă Topi la fel cum o face un vânător din zilele noastre. Strămoșul omului care a vânat strămoșul antilopei acum 2 milioane de ani ar recunoaște de îndată antilopa Topi de astăzi. Însă nu l-ar recunoaște pe vânătorul de astăzi, negru sau alb, drept descendent al său.

Și totuși vânătoarea în sine (sau vreo altă activitate individuală) nu este ceea ce l-a schimbat pe om. Deoarece descoperim că, în rândul animalelor, vânătorul s-a schimbat tot atât de puțin cât vânatul. Servalul este la fel de impetuos în urmărirea prăzii, iar antilopa oryx este la fel de iute; ambele specii perpetuează

aceeași relație reciprocă așa cum au făcut-o cu foarte mult timp în urmă. Evoluția umană a început atunci când clima Africii a devenit secetoasă: lacurile s-au micșorat, iar pădurea a cedat teren în fața savanei. Și, în mod evident, predecesorul omului a avut noroc că nu era adaptat corespunzător la aceste condiții. Deoarece mediul înconjurător cere întotdeauna un preţ pentru supraviețuirea celui mai bine adaptat: îl izolează. Faptul că animale precum zebra Grevy s-au adaptat la mediul de savană uscată s-a transformat într-o capcană atât în timp, cât și în spațiu; zebrele au rămas, atâtea câte erau, în același loc. Dintre toate aceste animale, cea care s-a adaptat în cel mai grațios mod cu putință este gazela Grant; totuși salturile ei încântătoare nu au reușit s-o poarte vreodată în afara savanei.

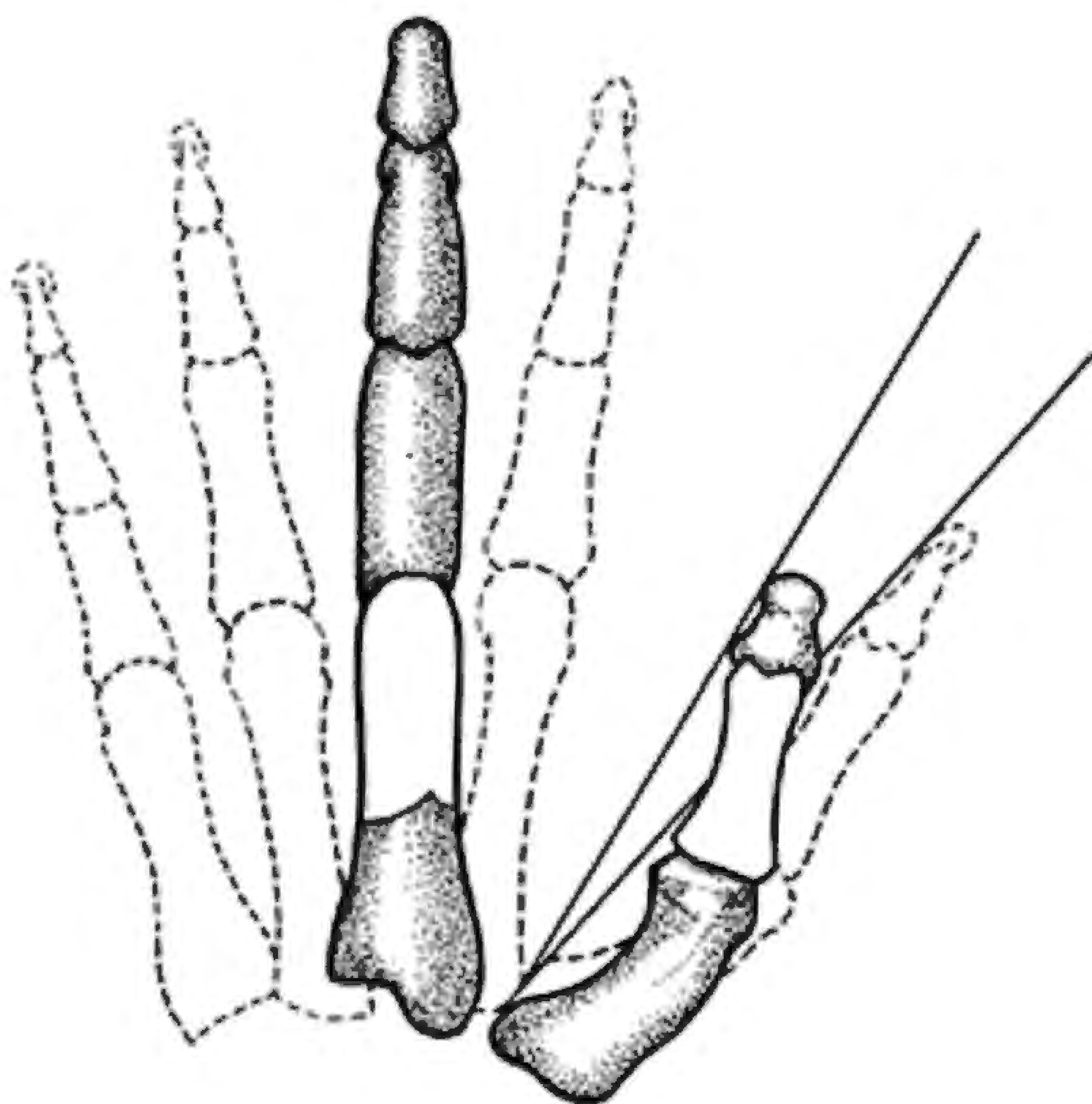
Într-un peisaj african pârjolit precum cel al văii fluviului Omo a pășit pentru prima oară omul. Acest început al ascensiunii omului pare destul de banal, dar este un detaliu crucial. Acum 2 milioane de ani, primul strămoș cert al omului a pășit pe pământ cu un picior care este

aproape imposibil de deosebit de piciorul omului modern. Dar lucrul cel mai important este că atunci când a pus piciorul în pământ și a pășit în poziție bipedă, omul s-a dedicat unui nou tip de existenţă care îi supunea membrele unor provocări nemaiîntâlnite.

Cel asupra căruia urmează să ne concentrăm este, desigur, craniul, pentru că dintre toate părțile corpului omenesc, el a suferit modificările cele mai cuprinzătoare și mai formatoare. Din fericire, craniul se păstrează bine sub formă fosilă (spre deosebire de organele moi), și chiar dacă oferă mai puține informații despre creier decât ne-am dori, cel puțin ne oferă o idee legată de mărime. În ultimii cincizeci de ani s-au găsit în Africa de Sud o serie de cranii fosile care au consacrat structura caracteristică a capului din momentul în care acesta a început să capete formă umană. Ilustrația de pe pagina alăturată ne indică felul în care arăta acest cap acum mai bine de 2 milioane de ani. Este un craniu de importanță istorică, descoperit nu în valea fluviului Omo, ci la sud de Ecuator, într-un loc numit Taung, de către un anatomist pe

nume Raymond Dart. Aparține unui copil cu vârsta cuprinsă între cinci și șase ani, și chiar dacă fața este aproape completă, din nefericire o parte din craniu lipsește. În 1924, acest craniu a reprezentat o descoperire enigmatică, prima de felul ei, și a fost tratată cu precauție chiar și după cercetările de pionierat întreprinse de Dart.





2. (*Stânga*) Nu știu cum și-a făcut debutul în viață copilul din Taung, dar pentru mine el rămâne pruncul primordial prin care a început întreaga aventură a omului. *Craniul copilului din Taung* (*Dreapta*) Strămoșul omului avea degetul mare de la mână scurt, motiv pentru care nu putea manipula obiecte într-un mod foarte delicat.
Oase fosile de deget și *deget mare de Australopithecus descoperite* în *straturile inferioare ale defileului Olduvai, suprapuse peste oasele unei mâini de om modern*

Totuși, Dart a recunoscut de îndată două trăsături extraordinare. Mai întâi, așa-numita *foramen magnum* (adică gaura din craniu prin care măduva spinării ajunge la creier) se găsește pe direcție verticală; ceea ce înseamnă că era vorba de un copil care își ținea capul drept. Aceasta este o trăsătură specifică omului; deoarece în cazul maimuțelor și al primatelor capul atârnă înaintea șirei spinării și nu se sprijină vertical pe partea superioară a acesteia. Apoi, un alt indiciu îl constituie dantura. Dinții oferă întotdeauna informații revelatoare. În cazul acesta, dinții sunt mici, de formă rectangulară –

sunt încă dinții de lapte ai unui copil – nu sunt caninii agresivi și proeminenți ai primatelor. Ceea ce înseamnă că este vorba despre o creatură care își procura hrana cu mâinile, nu direct cu gura. Indiciul furnizat de dinți implică de asemenea că această creatură se hrănea probabil cu carne, carne crudă; ceea ce înseamnă că, aproape sigur, respectiva creatură își folosea mâinile pentru a-și confecționa unelte din piatră, în vederea tranșării cărnii și a uciderii vânatului.

Dart a botezat această creatură *Australopithecus*. Nu este un nume care să-mi placă; înseamnă pur și simplu maimuță antropoidă sudică, însă este un nume care poate genera confuzii pentru o creatură din Africa, care pentru prima oară se desprinde din rândul primatelor. Bănuiesc că Dart, care era australian, a pus un strop de malițiozitate în alegerea acestui nume.

A fost nevoie de încă zece ani până să se descopere și alte cranii – de data aceasta de adulți – și de-abia pe la sfârșitul anilor 1950 elementele poveștii australopitecului au fost puse laolaltă în mod substanțial. Istoria

australopitecului a început în Africa de Sud, după care acesta s-a mutat spre nord, în direcția defileului Olduvai din Tanzania, iar cele mai recente şi mai semnificative descoperiri de fosile și unelte au fost făcute în bazinul Lacului Rudolf. Istoria acestui hominid este una dintre întâmplările fericite ale științei secolului XX. Este fără exagerare la fel de spectaculoasă ca descoperirile din fizică de dinainte de 1940, și ca acelea din biologie începând cu anii 1950; și oferă la fel de multe satisfacții ca fiecare dintre celelalte două prin prisma faptului că elucidează natura noastră ca ființe umane.

Pentru mine, micul australopitec are o istorie personală. În 1950, când identitatea umană nu îi era sub nici un chip recunoscută, mi s-a solicitat să rezolv o problemă de matematică: şi anume, dacă aș putea să combin o măsurătoare a dimensiunii dinților copilului din Taung cu forma acestora, pentru a-i deosebi de dinții primatelor. Nu mai ținusem niciodată în mâini un craniu fosil, și nu eram nici pe departe expert în dentiție. Dar lucrurile au mers cum nu se poate mai bine și mi-au transmis o stare de

emoție plăcută pe care mi-o reamintesc destul de clar acum. Eu, trecut de vârsta de 40 de ani, după ce mi-am petrecut întreaga viață practicând matematici abstracte legate de forma lucrurilor, am realizat brusc cum cunoștințele mele au parcurs 2 milioane de ani în trecut pentru a face lumină într-o chestiune legată de istoria omului. Iar acest lucru a fost ceva fenomenal.

Din acel moment, m-am dedicat total reflecției asupra lucrurilor care au dat naştere omului: în întreaga mea cercetare științifică de atunci încoace, în literatura de specialitate pe care am scris-o și în aceste programe de televiziune. Cum au ajuns hominizii să fie tipul de om pe care îl omagiez: îndemânatic, atent la detalii, contemplativ, însuflețit de pasiune, capabil să manipuleze cu mintea simbolurile limbii și ale matematicii, precum și conceptele artei, geometriei, poeziei și științei? Cum a reușit ascensiunea omului să îl poarte dintru începuturile sale animale spre întrebările din ce în ce mai stăruitoare legate de fenomenele din natură, spre această sete neostoită de cunoaștere, a cărei expresie o

reprezintă chiar aceste eseuri? Nu știu cum a debutat în viață copilul din Taung, dar pentru mine el rămâne pruncul primordial, de la care a început întreaga aventură a omului.

Copilul speciei umane, ființa umană, reprezintă un mozaic de trăsături animale și angelice. De exemplu, reflexul care îl face pe bebeluș să se miște în pântecul mamei există încă de la început – fiecare mamă știe acest lucru – și el există la toate vertebratele. Reflexul este autosuficient, dar pregătește terenul pentru mișcări mai elaborate, care trebuie exersate înainte de a deveni automatisme. Tot reflexul este cel care îl îndeamnă pe bebeluș, pe la unsprezece luni, să meargă de-a bușilea. Acest lucru atrage după sine noi mișcări, care la rândul lor sunt stocate și consolidează căile neuronale asociate lor (în special în cerebel, la nivelul căruia sunt integrate acțiunea musculară și echilibrul), pentru a forma un întreg repertoriu de mișcări subtile și complexe, care îi vor deveni o a doua natură. Este momentul în care cerebelul preia controlul. Și tot ce

trebuie să facă mintea conștientă este să genereze o comandă. Iar în jurul vârstei de paisprezece luni, comanda este „Ridică-te!“ Copilul și-a asumat de acum angajamentul uman de a merge în poziție verticală.

Fiecare acțiune umană reflectă într-o anume măsură originea noastră animală; am fi într-adevăr niște creaturi reci și însingurate dacă ne-am izola de fluxul viu al vieții. Totuși, este corect să operăm aici o distincție: care sunt înzestrările fizice pe care omul trebuie să le împartă cu animalele, și care sunt darurile care îl fac diferit? Să luăm un exemplu cât mai palpabil: acțiunea simplă a unui atlet care aleargă sau sare. Când aude focul de pistol, reacția de start a alergătorului este aceeași cu reacția de fugă a gazelei. Acţiunea sa pare complet animală. Bătăile inimii se intensifică; când atinge vârful de sprint la viteză maximă, inima lui pompează de cinci ori mai mult sânge decât în mod normal, și nouăzeci la sută din acesta este necesar mușchilor. El are nevoie acum de circa 90 de litri de aer pe minut pentru a oxigena sângele ce trebuie să ajungă la mușchi.

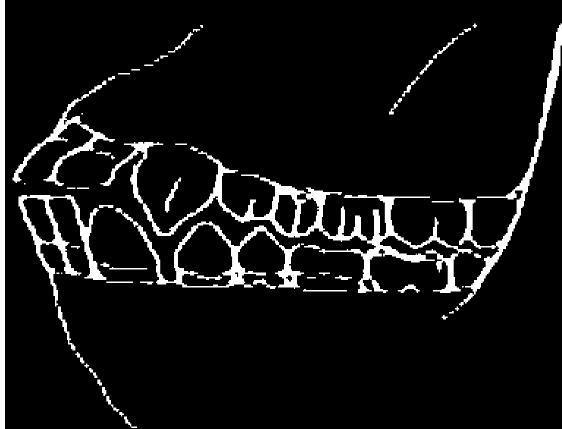
Curgerea precipitată a sângelui și inhalarea de aer pot fi făcute vizibile, deoarece apar sub formă de căldură pe filmările în infraroșu, care sunt sensibile la această formă de radiație. (Zonele albastre sau deschise la culoare sunt cele mai fierbinți, în vreme ce zonele roșii sau închise la culoare sunt cele mai reci.) Intensificarea temperaturii pe care o observăm și pe care o analizează camera în infraroșu reprezintă un produs derivat care semnalează limitele acțiunii musculare. În arderea zahărului, având în vedere că trei sferturi din această energie se pierde sub formă de căldură. Și mai există o limită, impusă deopotrivă alergătorului și gazelei, care este încă și mai severă. La această viteză, arderea chimică de la nivelul mușchilor este prea rapidă pentru a putea fi completă. Produsele reziduale rezultate din arderea incompletă, în principal acidul lactic, trec acum în sânge. Acest lucru cauzează oboseala și blochează acțiunea musculară până când sângele se oxigenează din nou.

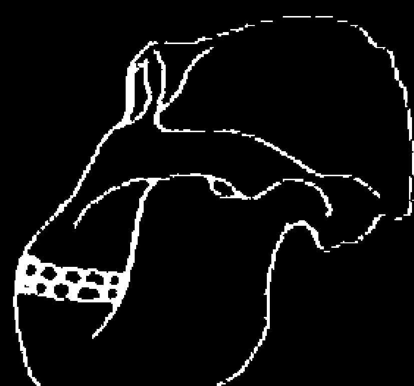
Până aici, nimic nu deosebește atletul de gazelă – toate cele de mai

sus, într-un fel sau altul, fac parte din metabolismul normal al unui animal care aleargă. Dar există totuși o diferență capitală: alergătorul nu fuge de nimeni. Împușcătura care l-a pus în mișcare a fost trasă din pistolul de start, iar ceea ce simte el, în mod deliberat, nu este frică, ci exaltare. Alergătorul este ca un copil care se joacă; acțiunile sale sunt o aventură ce se desfășoară în libertate, iar singurul scop al acestei chimii exaltate din corpul lui l-a reprezentat explorarea limitelor propriei anduranțe.

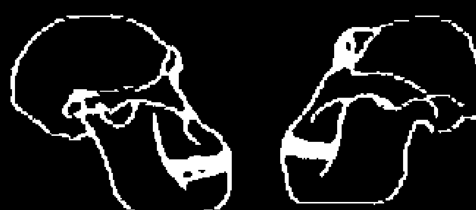
În mod firesc, există diferențe fizice între om și celelalte animale, ba chiar între om și primate. În cazul săriturii cu prăjina, de pildă, atletul apucă prăjina folosind o priză exactă pe care nu o poate reproduce nici o altă primată. Totuși, asemenea diferențe sunt prin comparație secundare față de deosebirea esențială, şi anume că atletul este un adult al cărui comportament nu este determinat de mediul înconjurător, așa cum sunt acțiunile animalelor. Luate în sine, acțiunile sale nu prezintă nici o însemnătate practică; ele reprezintă doar un exercițiu care nu vizează

prezentul. Mintea atletului este proiectată dincolo de el însuşi, consolidându-i abilitățile; iar în imaginație, saltul îl poartă către viitor.





Ramapithecus



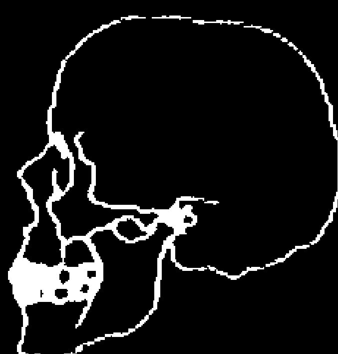
Australopithecus robustus



Australopithecus africanus



Homo erectus



Homo sapiens

3. Craniul este resortul care declanșează evoluția culturală.
Reprezentare grafică computerizată a etapelor de evoluție a craniului uman

Pregătit pentru salt, săritorul cu prăjina este o condensare a abilităților omenești: priza efectuată de mână, arcuirea piciorului, mușchii umărului și ai pelvisului – prăjina însăși, în care energia este înmagazinată și apoi eliberată asemenea unei săgeți trase dintr-un arc. Elementul crucial în acest complex de trăsături este însăși anticiparea, adică abilitatea de a stabili dinainte un obiectiv precis și de a menține întreaga atenție riguros concentrată asupra acestuia. Evoluția atletului se desfășoară sub forma unui plan continuu, de la o extremă la alta, în care intră inventarea prăjinii și concentrarea minții în momentul premergător săriturii, lucruri ce marchează acest proces cu pecetea inconfundabilă a umanității.

Capul constituie mai mult decât o imagine simbolică a omului; el este sediul anticipării și, din acest punct de vedere, resortul care declanșează

evoluția culturală. Așadar, dacă ar fi să localizez în trecut începuturile animale ale ascensiunii omului, punctul de plecare l-ar reprezenta evoluția capului și a craniului. Din nefericire, deși perioada în discuție cuprinde mai bine de 50 de milioane de ani, nu există decât vreo șase sau șapte cranii distincte pe care le putem identifica drept etape în această evoluție. Printre fosilele nedezgropate trebuie să existe multe alte cranii care reprezintă etape intermediare ale evoluției, dintre care unele vor fi descoperite; dar între timp, trebuie să formulăm ipoteze ca să desciferăm ce s-a întâmplat cu aproximație, prin interpolarea detaliilor oferite de craniile descoperite. Cel mai bun mod de a calcula aceste tranziții geometrice de la un craniu la altul este utilizarea computerului; astfel, pentru a urmări elementul de continuitate, le voi expune pe un computer sub forma unei reprezentări vizuale care ne va conduce de la un craniu la următorul.

Vom începe cu o mică creatură arboricolă de acum 50 de milioane de ani: lemurianul; numele său, în mod adecvat, este acela al spiritelor

romane ale morților. Craniul fosil aparține familiei de lemurieni numită *Adapis*, și a fost găsit în depozitele sedimentare calcaroase de lângă Paris. Când întoarcem craniul invers, putem observa că *foramen magnum* se găsește în extremitatea posterioară – avem de-a face cu o creatură al cărei cap atârna de coloana vertebrală și nu se sprijinea pe aceasta. Probabil că animalul se hrănea atât cu insecte, cât și cu fructe, iar craniul are mai mult de 32 de dinți, numărul obișnuit pentru om și majoritatea primatelor.

Lemurianul fosil prezintă unele trăsături esențiale comune primatelor, adică familiei de maimuțe din care fac parte maimuțele antropoide și omul. Din resturile de schelet întreg păstrate știm că acesta are unghii, nu gheare. Mai are de asemenea un deget mare parțial opozabil mâinii. Iar craniul prezintă două caracteristici care într-adevăr marchează începuturile evoluției umane. Botul este scurt; iar ochii sunt mari și dispuși la distanță unul de celălalt. Ceea ce arată că selecția a defavorizat simțul olfactiv, fiind favorizat simțul vizual. Orbitele sunt

încă dispuse oarecum pe laturile craniului, de o parte și de alta a botului; dar prin comparație cu insectivorele anterioare, ochii lemurianului au început să se deplaseze spre centrul feței și să ofere o vedere stereoscopică. Acestea sunt doar mici semne ale dezvoltării evolutive pe calea către structura sofisticată a feței umane; și totuși, de aici începe omul.

Acest lucru s-a întâmplat, cu aproximație, acum 50 de milioane de ani. În decursul următoarelor 20 de milioane de ani, ramura evolutivă care duce către familia maimuțelor se desparte de trunchiul principal dând naștere primatelor și omului. Următoarei creaturi aflate pe trunchiul principal, acum 30 de milioane de ani, i-a aparținut craniul fosil descoperit la Al Fayyum, în Egipt, numit *Aegyptopithecus*. Această maimuță are botul mai scurt decât lemurianul, dinții săi sunt simieni, și este de dimensiuni mai mari – dar este tot arboricolă. Dar de aici înainte, strămoșii maimuțelor antropoide și ai omului și-au petrecut o parte din timp pe sol.

După încă 10 milioane de ani, acum 20 de milioane de ani, ajungem la maimuțe antropoide, care au trăit în Africa de Est, Europa și Asia. O descoperire clasică făcută de Louis Leakey a căpătat numele respectabil de *Proconsul*, și a existat încă o specie larg răspândită, numită *Dryopithecus*. (Numele *Proconsul* este o mostră de umor antropologic; cuvântul a fost inventat pentru a sugera că respectiva maimuță a fost un strămoș al celebrului cimpanzeu de la grădina zoologică din Londra, din 1931, a cărui poreclă era Consul.) Creierul acestei maimuțe este semnificativ mai mare, ochii sunt acum dispuși complet frontal pentru o vedere stereoscopică. Aceste detalii evolutive ne spun în ce direcție se îndrepta ramura principală a maimuțelor antropoide și a omului. Dar dacă, după cum este posibil, această ramură s-a ramificat iarăși, atunci în măsura în care ne raportăm la om, această creatură a rămas pe ramura maimuțelor antropoide. Dinții ei ne arată că avem de-a face cu o primată, deoarece modul în care maxilarul este încadrat de canini nu este cel uman.

Schimbarea dentiției este cea care indică desprinderea ramurii care conduce spre om, atunci când aceasta s-a produs. Primul exemplu în acest sens pe care îl deținem este *Ramapithecus*, ale cărui fosile au fost găsite în Kenya și India. Această creatură are o vârstă de 14 milioane de ani, și nu ni s-au păstrat de la ea decât fragmente de maxilar. Dar este limpede că dinții ei sunt regulați și seamănă din ce în ce mai mult cu cei ai omului. Caninii proeminenți ai maimuțelor antropoide au dispărut, fața este mult aplatizată, și avem de-a face în mod evident cu o nouă ramificație a arborelui evolutiv; există chiar antropologi curajoși care l-ar aşeza pe *Ramapithecus* printre hominizi.

Urmează acum un gol în inventarul de resturi fosile, ce se întinde pe o perioadă de 5 până la 10 milioane de ani. Inevitabil, acest gol acoperă partea cea mai palpitantă a poveștii, când ramura care conduce de la hominid la om se desparte clar de ramura care duce spre primatele moderne. Dar nu s-au descoperit încă fosile care să înlăture echivocul în

această privință. În continuare, poate acum 5 milioane de ani, ajungem cu certitudine și la rudele istorice ale omului.

Un văr al omului, însă nu direct înrudit cu noi, este masivul *Australopithecus*, care era vegetarian. *Australopithecus robustus* seamănă cu omul, însă ramura lui evolutivă nu conduce nicăieri; a dispărut, pur și simplu, ca specie. Dovada că se hrănea cu plante este din nou oferită de dantura lui, și este una directă: dinții care s-au păstrat prezintă o granulație fină dată de mestecarea rădăcinilor cu care se hrănea.

Vărul acestuia, direct înrudit cu omul, este mai zvelt – fapt vizibil din linia maxilarului – și era, probabil, carnivor. El este exemplarul cel mai apropiat de creatura numită de obicei „verigă lipsă“: *Australopithecus africanus*, al cărui craniu, descoperit împreună cu mai multe cranii fosile la Sterkfontein în provincia Transvaal și în alte locuri din Africa, a aparținut unei femele adulte. Copilul din Taung, cu care am început, ar fi ajuns la maturitate exact ca această femelă: în poziție complet verticală, mergând pe două picioare și posesor al unui

creier mai mare, cântărind între 450 și 680 grame. Aceasta este greutatea creierului unei primate de talie mare astăzi; dar, desigur, avem de-a face cu o creatură de talie mică, înaltă de aproximativ 120 de centimetri. Oricum, descoperiri recente făcute de Richard Leakey sugerează că, în urmă cu circa 2 milioane de ani, creierul antropoidelor era chiar mai mare decât cel menționat mai sus.

Posedând un creier mai mare, strămoșii omului au realizat două invenții majore – pentru una dintre ele avem dovezi vizibile, iar pentru cealaltă dovezi deductibile. Să începem cu prima invenție. Acum 2 milioane de ani, *Australopithecus* și-a făcut unelte rudimentare din piatră atunci când, printr-o simplă izbitură, piatra se spărgea formând o muchie tăioasă. Încă un milion de ani de atunci înainte, omul aflat într-un proces evolutiv continuu nu a înlocuit acest tip de unealtă. Invenția fundamentală, actul intenționat prin care piatra este pregătită și păstrată pentru utilizare ulterioară, s-a produs acum. Prin acest salt înainte al îndemânării și al anticipării, un act simbolic de descoperire a viitorului,

el a îndepărtat piedica pusă de mediul înconjurător tuturor celorlalte creaturi. Utilizarea constantă a aceleiași unelte pe o perioadă atât de lungă de timp arată forța invenției. Unealta se ținea ușor în mână, cu capătul mai gros sprijinit în palmă, cu o priză fermă. (Strămoșii omului aveau degetul gros mai scurt și nu puteau manipula delicat obiecte, dar puteau să apuce cu putere.) Și, cu siguranță, aceasta este unealta unor carnivori, folosită pentru a lovi și a sfâșia.

Cealaltă invenție ține de sfera socială, și o deducem printr-o aritmetică mai subtilă. Craniile și scheletele de *Australopithecus* care au fost descoperite în număr din ce în ce mai mare ne arată că majoritatea au murit înaintea împlinirii vârstei de 20 de ani. Ceea ce înseamnă că numărul orfanilor trebuie să fi fost unul ridicat. Este cert că *Australopithecus* avea o copilărie lungă, cum au toate primatele, iar la vârsta de zece ani, să zicem, supraviețuitorii încă erau copii. Prin urmare, trebuie să fi existat o organizare socială în cadrul căreia copiii să fie îngrijiți și (după caz) adoptați, primiți în comunitate și,

într-un sens mai larg, oarecum educați. Iar acest fapt reprezintă un mare pas pe calea evoluției culturale.

Când anume putem spune că precursorii omului s-au transformat în om așa cum îl știm? Aceasta este o întrebare delicată, deoarece asemenea transformări nu se produc peste noapte. Ne-am pripi dacă am încerca să facem aceste transformări să pară mai neașteptate decât au fost în realitate – dacă ne-am imagina o tranziție prea bruscă sau dacă am polemiza pe marginea numelor. Acum 2 milioane de ani, încă nu eram oameni. Acum un milion de ani eram, pentru că aproximativ cu un milion de ani în urmă a apărut o ființă care poate fi numită *homo*, și anume *Homo erectus*. El s-a răspândit până dincolo de hotarele Africii. Descoperirea clasică a unui *Homo erectus* a fost de fapt făcută în China. El este omul de Peking, în vârstă de circa 400.000 de ani, și el este cu certitudine prima creatură care a folosit vreodată focul.

Transformările suferite de *Homo erectus* care au condus la omul modern sunt substanțiale în decursul unui milion de ani, dar ele par gradate în comparație cu ce s-a

petrecut anterior. Succesorul acestuia pe care îl cunoaștem cel mai bine a fost descoperit mai întâi în Germania în secolul al XIX-lea: un alt craniu fosil clasic, al omului de Neanderthal. El are deja un creier în greutate de peste 1.300 de grame, la fel de mare ca al omului modern. Probabil niște ramuri evolutive ale omului de Neanderthal au dispărut; dar pare probabil ca o ramură a acestuia din Orientul Mijlociu să fi condus direct către omul modern, *Homo sapiens*.

Cândva în decursul acestui ultim milion de ani, cu aproximație, omul a efectuat o modificare în privința calității uneltelor sale – ceea ce probabil indică o oarecare ameliorare a conformației biologice a mâinii în această perioadă, și mai ales la nivelul centrilor nervoși care controlează mâna. Creatura mai sofisticată (din punct de vedere biologic și cultural) a ultimei jumătăți de milion de ani nu s-a mulţumit să copieze rudimentarele topoare de piatră moştenite de la *Australopithecus*. Acest strămoş a construit unelte care necesită o manipulare mult mai fină în procesul

de execuție și, desigur, în cel de utilizare.

Dezvoltarea unor abilități de un asemenea rafinament și utilizarea focului nu reprezintă un fenomen izolat. Dimpotrivă, trebuie să ne amintim mereu că adevăratul conținut al evoluției (atât biologică, cât și culturală) este reprezentat de elaborarea de noi comportamente. Și din pricină că aceste comportamente nu lasă în urmă fosile suntem siliți să le căutăm în oase și dinți. Oasele și dinții nu prezintă o mare importanță în sine, nici măcar pentru creatura căreia îi aparțin; ele îi servesc doar ca înzestrări necesare unor acțiuni – dar ele prezintă interes pentru noi deoarece, ca înzestrări, ele îi dezvăluie acțiunile, iar modificările în materie de înzestrări dezvăluie modificări de comportament și abilități.

Din acest motiv, schimbările suferite de om de-a lungul evoluției sale nu au avut loc gradual. Omul nu a fost alcătuit din craniul unei primate și maxilarul alteia – această concepție greșită este mult prea naivă pentru a i se da crezare, și nu poate da naștere decât unui fals așa cum

este craniul de Piltdown. Orice animal, și cu atât mai mult omul, este o structură extrem de integrată, ale cărei părți componente trebuie să se modifice odată cu schimbarea comportamentului acestuia. Evoluția creierului, a mâinii, a ochilor, a picioarelor, a dinților, a întregii alcătuiri umane, a dat naștere unui mozaic de abilități speciale – și într-o anume privință aceste capitole reprezintă fiecare câte un eseu dedicat unei abilități speciale a omului. Aceste abilități l-au făcut pe om ceea ce este, mai rapid în evoluție și cu un comportament mai diversificat și mai flexibil decât al oricărui alt animal. Spre deosebire de anumite creaturi (unele insecte, de pildă) rămase neschimbate vreme de 5, 10, ba chiar 50 de milioane de ani, omul s-a schimbat în acest interval de timp, devenind aproape imposibil de recunoscut. Omul nu este cea mai maiestuoasă dintre creaturi. Cu mult înainte încă de mamifere, dinozaurii erau cu mult mai impunători. Însă omul posedă ceva ce le lipsește celorlalte animale, un puzzle de înzestrări care singure, în decursul a 3 milioane de ani de existență, l-au

făcut o ființă creatoare. Fiecare animal lasă urme a ceea ce a fost; numai omul lasă urme a ceea ce a creat.

Schimbarea dietei este importantă pentru o specie care a evoluat timp de 50 de milioane de ani. Cele mai timpurii ființe din succesiunea care conduce către om au fost creaturi cu ochi vioi și degete delicate, care se hrăneau cu insecte și fructe, precum lemurienii. Primatele timpurii și hominizii, de la *Aegyptopithecus* și *Proconsul* până la masivul *Australopithecus*, și-au petrecut, cel mai probabil, timpul în căutarea hranei vegetariene. Dar specia mai zveltă de *Australopithecus* a întrerupt străvechiul obicei al primatelor de a avea o dietă vegetariană.

Trecerea de la dieta vegetariană la cea omnivoră, odată făcută, a persistat și la *Homo erectus*, omul de Neanderthal și *Homo sapiens*. Începând cu specia mai zveltă de *Australopithecus*, umanoizii au mâncat și carne: animale mici mai întâi, și apoi animale mai mari. Carnea furnizează o proteină mai concentrată decât plantele, iar dieta

carnivoră reduce cu două treimi cantitatea de hrană și timpul alocat meselor. Consecințele schimbării de dietă au fost dramatice pentru evoluția omului. A căpătat mai mult timp liber, pe care și l-a putut petrece în moduri mai indirecte, pentru a-și procura hrana din surse (cum ar fi animalele de talie mare) care nu puteau fi doborâte doar prin forță brută. Evident, acest lucru a accelerat (prin selecție naturală) tendința tuturor primatelor de a interpune o întârziere între stimul și răspuns la nivelul creierului, până când aceasta s-a transformat în abilitatea umană propriu-zisă de a amâna gratificarea dorinței.

Dar cel mai însemnat efect al unei strategii indirecte de a spori rezerva de hrană este, desigur, acela de a favoriza activitatea și comunicarea socială. O creatură lentă cum este omul nu poate urmări, hăitui și încolți un animal de talie mare din savană, adaptat să scape prin fugă, decât prin cooperare. Vânătoarea necesită planificare conștientă și organizare prin intermediul limbajului, și de asemenea arme specializate. Într-adevăr, limbajul așa

cum îl utilizăm noi are ceva din caracterul unui plan de vânătoare, prin aceea că (spre deosebire de animale) ne dăm instrucțiuni unul altuia prin propoziții alcătuite din unități mobile. Vânătoarea este o acțiune comună ce are ca punct culminant, dar numai ca punct culminant, uciderea prăzii.

Vânătoarea nu poate asigura subzistența unei populații aflate în creștere într-un singur loc; limita în savană era de maximum două persoane la 2,5 km^2. La o asemenea densitate, întreaga suprafață de uscat a planetei ar putea asigura subzistența din vânătoare doar unui număr de oameni echivalent cu populația Californiei, aproximativ 20 de milioane[2], și nu ar putea susține populația Marii Britanii. Alegerea a fost una brutală pentru vânători: înfometarea sau migrația.

2. Autorul vorbește de populația Californiei la sfârșitul anilor 1960, când a fost scrisă cartea (n. tr.).

Astfel, strămoşii noştri au migrat, parcurgând distanțe uimitoare. Acum un milion de ani, au ajuns în Africa

de Nord. Acum 700.000 de ani, dacă nu mai devreme, au ajuns în Java. Acum 400.000 de ani, s-au răsfirat și au pornit către nord, apucând-o spre China la est și spre Europa la vest. Aceste migrații incredibil de întinse au făcut omul, încă de timpuriu, o specie extrem de dispersată, deși numeric era una destul de restrânsă – poate un milion de indivizi.

Şi mai surprinzător e faptul că omul a migrat spre nord chiar după ce clima în acea regiune a intrat în perioada glaciară. În această epocă înghețată, gheața a ieşit practic din pământ. Clima nordică fusese temperată din vremuri imemoriale – mai exact de câteva sute de milioane de ani. Totuși, înainte ca *Homo erectus* să se stabilească în China și Europa de Nord, a început o serie de trei ere glaciare separate.

Prima dintre glaciațiuni depășise punctul maxim al vitregiei climei acum 400.000 de ani, când omul de Peking locuia în peșteri. Nu este surprinzător să descoperim că focul a fost folosit pentru prima dată în aceste peșteri. Gheața s-a deplasat spre sud și s-a retras de trei ori, iar fața pământului s-a schimbat de

fiecare dată. Calotele glaciare în epoca lor de maximă expansiune conțineau atât de mult din apa planetei, încât nivelul mării a scăzut cu peste 120 de metri. După cea de a doua eră glaciară, acum mai bine de 200.000 de ani, a intrat în scenă omul de Neanderthal, posesor al unui creier de mari dimensiuni, și a jucat un rol important în această ultimă glaciaţiune.

Culturile umane pe care le recunoaștem cel mai bine au început să prindă contur în timpul ultimei glaciaţiuni, acum între 100.000 și 50.000 de ani. Din această perioadă datează vestigiile de unelte elaborate care indică forme sofisticate de vânătoare: aruncătorul de sulițe, de exemplu, și bățul care ar putea fi o unealtă de îndreptat; harponul complet zimțat; și, desigur, uneltele de bază din cremene, de care era nevoie la confecționarea uneltelor de vânătoare.

Este limpede că atunci, la fel ca astăzi, invențiile, chiar dacă erau rare, se răspândeau cu repeziciune în cadrul unei culturi. De exemplu, acum 15.000 de ani, vânătorii magdalenieni din sudul Europei au

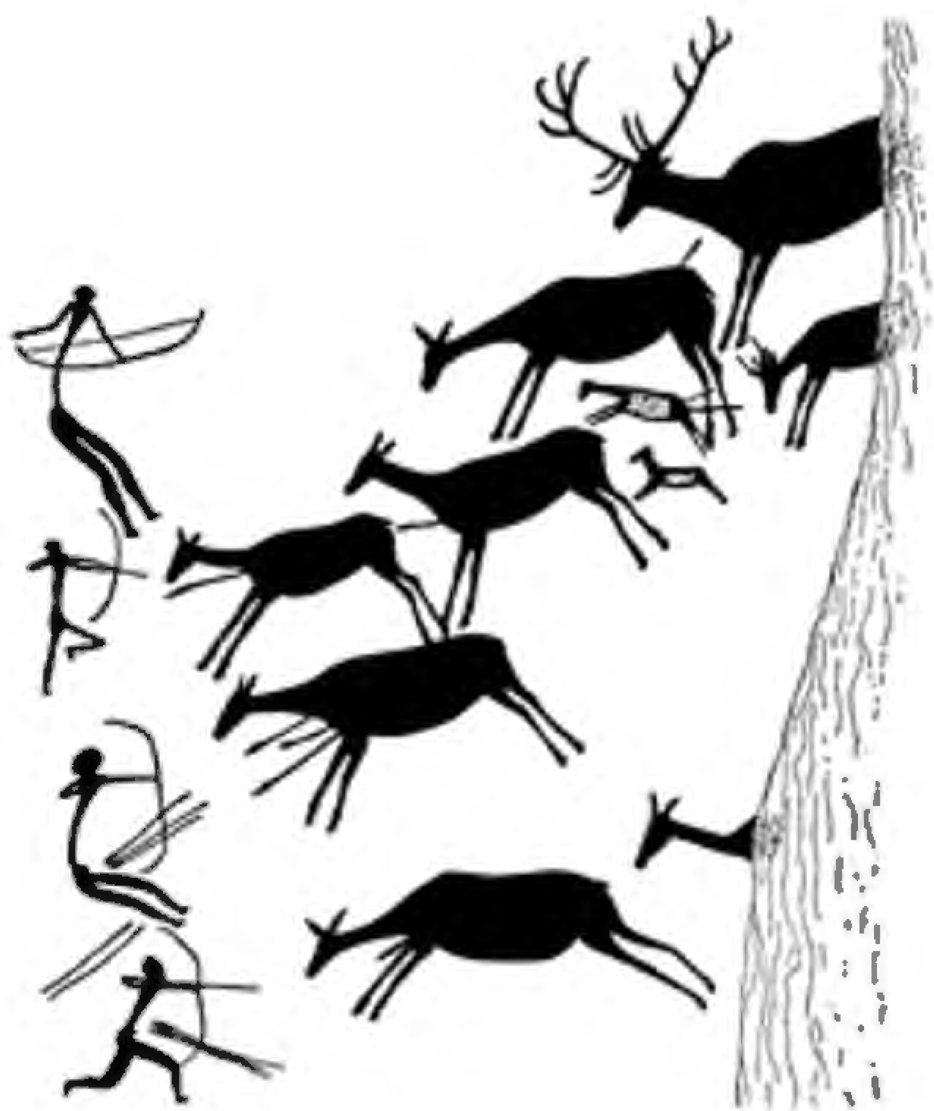
inventat harponul. La început, harpoanele magdaleniene nu aveau zimți; apoi au fost prevăzute cu un singur rând de cârlige de pescuit; iar la sfârșitul perioadei în care s-au dezvoltat, când s-a produs înflorirea picturii rupestre, harpoanele au devenit complet zimțate, cu două rânduri de cârlige de pescuit. Vânătorii magdalenieni își decorau uneltele din os, iar ele pot fi cu precizie asociate unor epoci și unor puncte geografice specifice datorită rafinamentului stilistic care le caracterizează. Ele sunt, în adevăratul înțeles al cuvântului, fosile care spun povestea evoluției culturale a omului într-o desfăşurare ordonată.

Omul a supraviețuit testului dur al glaciaţiunilor deoarece a avut flexibilitatea mentală de a recunoaște importanța invențiilor și de a le transforma în proprietăți ale comunității. În mod evident, erele glaciare au produs modificări profunde în modul de trai al omului. Ele l-au obligat să se bazeze mai puțin pe plante și mai mult pe animale. Rigorile vânătorii la marginea gheții au schimbat de asemenea și strategia de vânătoare. Urmărirea animalelor

singure, oricât de mari, a devenit tot mai puțin atractivă. Alternativa mai de succes a devenit urmărirea turmelor și ținerea lor sub observație – omul a învățat treptat să anticipeze, și în cele din urmă să adopte, obiceiurile animalelor, inclusiv obiceiurile lor migratorii. Aceasta este o adaptare neobișnuită – modul de viață transhumant, într-o perpetuă migrațiune. Acest mod de viață posedă câteva dintre calitățile anterioare ale vânătorii, deoarece este o formă de urmărire; locul de destinație și ritmul deplasării sunt dictate de animalul vânat pentru hrană. Și are și ceva din însușirile ulterioare ale păstoritului, deoarece animalul este mânat într-o direcție sau alta și, după caz, păstrat ca o rezervă mobilă de hrană.

Stilul de viață transhumant este el însuși o fosilă culturală în zilele noastre, și abia dacă a supraviețuit. Singurii oameni care mai trăiesc astfel sunt laponii din nordul extrem al Peninsulei Scandinave, care urmăresc turmele de reni la fel cum o făceau în era glaciară. Este posibil ca strămoșii laponilor să fi migrat spre

nord prin zona bogată în peșteri din Pirinei, dintre Franța și Cantabria, odată cu retragerea ultimelor calote glaciare din sudul Europei în urmă cu 12.000 de ani. Există acum 30.000 de laponi şi 300.000 de reni, iar modul lor de viață este pe cale de dispariţie.Turmele de reni se deplasează după un ritm migrator propriu de-a lungul fiordurilor dinspre o pășune înghețată de licheni spre alta, iar laponii le urmează. Însă laponii nu sunt păstori; ei nu controlează renii, pe care nu i-au domesticit. Laponii pur și simplu merg după turmele de reni.



4. Uneltele din os decorate sunt fosile care spun povestea evoluției culturale a

omului într-o desfăşurare ordonată. *Pictură rupestră ilustrând o vânătoare de reni, Refugiul Los Caballos, Defileul Valtorta, Castellon, estul Spaniei. Invenția arcului cu săgeți s-a produs la sfârșitul ultimei ere glaciare.*

Chiar dacă cirezile de reni sunt încă în stare de sălbăticie, laponii dețin câteva dintre invențiile tradiționale folosite pentru a controla animale în mod individual, invenții descoperite și de alte culturi: de exemplu, ei reușesc să transforme unii masculi în animale de tracțiune prin castrare. Relația dintre laponi și reni este ciudată. Laponii sunt complet dependenți de reni – se hrănesc cu carnea lor, cam 450 de grame pe cap de persoană zilnic, le folosesc tendoanele, blana, pieile și oasele, le beau laptele și le folosesc până și coarnele. Și totuși laponii sunt mai liberi decât renii, deoarece modul lor de trai reprezintă o adaptare culturală, nu una biologică. Adaptarea suferită de laponi, viața determinată de o continuă migrație printr-un peisaj înghețat, este o alegere pe care o pot schimba; nu este ceva ireversibil, cum sunt mutațiile

biologice. Adaptarea biologică este o formă înnăscută de comportament, în vreme ce o cultură constituie o formă învățată de comportament – o formă preferată de comunitate, care (la fel ca alte invenții) a fost adoptată de întreaga societate.

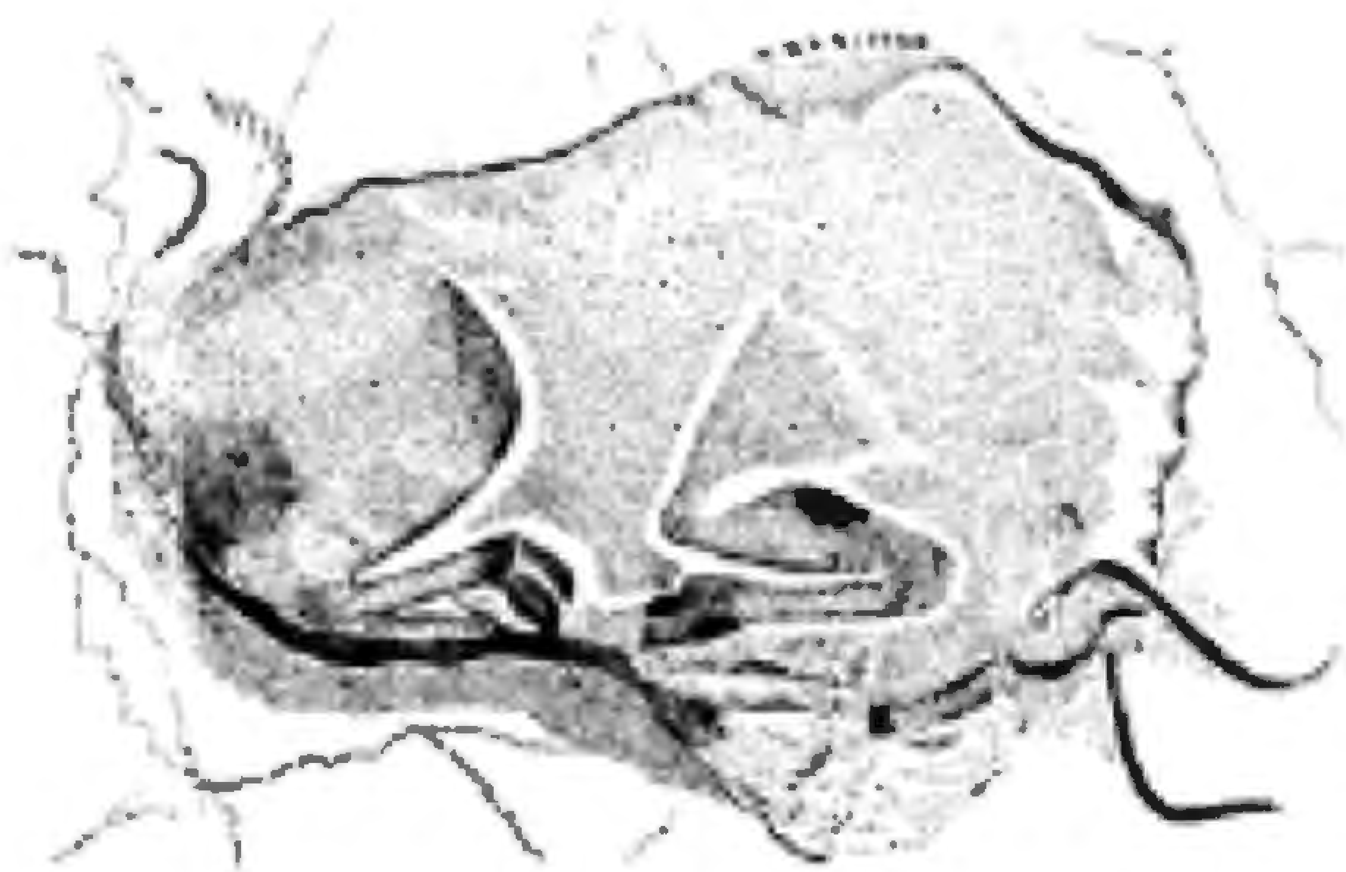
Aici se află diferența fundamentală dintre o adaptare culturală și una biologică; și ambele pot fi observate în cazul laponilor. Construirea unui adăpost din piei de ren este o adaptare pe care laponii o pot schimba chiar de mâine – de fapt, mulți dintre ei chiar o fac. Dar pe de altă parte, tot laponii, sau ramura umană din care descind, au suferit și o formă de adaptare biologică. Adaptările biologice ale lui *Homo sapiens* nu sunt atât de semnificative; suntem mai degrabă o specie omogenă, deoarece ne-am răspândit cu atâta repeziciune în întreaga lume plecând dintr-un singur centru. Totuși, după cum bine știm, există diferențe biologice între grupurile umane. Le numim diferențe rasiale, iar prin aceasta vrem să spunem că ele nu pot fi modificate de o schimbare a obiceiurilor sau a habitatului. Nu ne putem schimba

culoarea pielii. De ce sunt laponii albi? Omul a avut la început pielea închisă la culoare; lumina solară produce vitamina D la nivelul pielii, iar dacă omul ar fi fost alb în Africa, cantitatea de vitamina D ar fi fost prea mare. Dar în nord, omul are nevoie să lase toată lumina solară să pătrundă pentru a produce suficientă vitamina D, și astfel selecția naturală i-a favorizat pe cei cu pielea mai deschisă la culoare.

Diferențele biologice între diferite comunități umane se mențin la acest nivel modest. Laponii nu au supraviețuit datorită adaptării biologice, ci datorită invențiilor: prin utilizarea inventivă a obiceiurilor renilor și a produselor oferite de ei, prin transformarea lor în animale de tracțiune, prin utilizarea artefactelor și a saniei. Supraviețuirea în climatul înghețat nu a depins de culoarea pielii; laponii, și omul în general, au supraviețuit erelor glaciare datorită celei mai însemnate invenții: focul.

Focul este simbolul căminului, și din momentul în care *Homo sapiens* a început să își lase amprenta asupra naturii, acum 30.000 de ani, acest cămin a fost peștera. Pentru cel puțin

un milion de ani omul, într-o formă recognoscibilă, a dus o viață de culegător şi de vânător. Nu ni s-au păstrat monumente ale acestei uriașe perioade preistorice, mult mai întinsă decât orice istorie înregistrată de om. Abia la sfârșitul acestei perioade, la marginea întinderii de gheață care acoperea Europa, descoperim în peșteri precum Altamira (și în alte locuri din Spania și sudul Franței) dovezi ale lucrurilor care stăpâneau mintea omului vânător. În asemenea locuri vedem din ce era alcătuită lumea lui și ce anume îl preocupa. Picturile din peșteri, cu o vechime de circa 20.000 de ani, statornicesc pentru totdeauna baza universală a culturii sale de la acel moment, cunoașterea animalului de pe urma căruia trăia și pe care îl urmărea.



5. Descoperim în peșteri precum cele din Altamira dovezi ale lucrurilor care stăpâneau mintea omului vânător. Cred că puterea pe care o vedem exprimată aici pentru prima oară este cea a anticipării: a imaginației ce priveşte în viitor.
Bizon culcat

Pentru început, ni s-ar părea ciudat faptul că o artă atât de însuflețită precum pictura rupestră este, prin comparație, atât de recentă și de rară. De ce nu există mai multe monumente care să ateste imaginația vizuală a omului, așa cum se întâmplă în cazul invențiilor? Iar dacă ne gândim mai profund, remarcabil nu este faptul că s-au păstrat atât de puține vestigii de acest fel, ci că asemenea vestigii chiar

există. Omul este o creatură măruntă, lentă, stângace și neînarmată – a trebuit să inventeze unelte de piatră și de cremene, cuțitul şi sulița. Dar de ce a ținut omul ca acestor invenții științifice, esențiale pentru supraviețuirea lui, să le adauge încă de timpuriu elemente artistice care ne uimesc astăzi: decorațiunile în formă de animale? Şi, mai presus de toate, de ce s-a refugiat el în asemenea peșteri, a locuit în ele, pentru ca apoi să creeze picturi cu animale nu în sălașul său, ci în locuri întunecoase, secrete, depărtate, ascunse și inaccesibile?

Argumentul evident este că în asemenea locuri animalul era magic. Fără îndoială că așa stau lucrurile; dar magia este doar un cuvânt, nu un răspuns. În sine, magia este un cuvânt care nu explică nimic. Ne spune doar că omul credea că posedă o putere, dar ce fel de putere? Încă vrem să aflăm care este puterea pe care vânătorii credeau că o capătă prin aceste picturi.

La această întrebare nu pot să dau decât propriul meu răspuns. Cred că puterea pe care o vedem exprimată aici pentru prima oară este cea a

anticipării: a imaginației ce priveşte în viitor. În aceste picturi, vânătorul se familiariza cu pericole pe care știa că va trebui să le înfrunte, dar la care încă nu ajunsese. Când vânătorul venea aici, în întunericul secret, și lumina pâlpâia prin fața acestor picturi, el vedea bizonul așa cum avea să îl înfrunte, vedea cerbul alergând, vedea mistrețul pregătit să riposteze. Și se simțea singur cu acestea, așa cum avea să fie în timpul vânătorii. Momentul înfricoşător i se dezvăluia dinainte; brațul care ținea sulița era încordat sub imperiul unei experiențe care urma să vină și de care nu trebuia să îi fie teamă. Pictorul a făcut ca momentul înfricoşător să încremenească, și, prin pictură, vânătorul intra în starea provocată de acesta ca printr-un hublou.

Pentru noi, picturile din peșteri recreează modul de viață al vânătorului ca o privire fugară aruncată în istorie; prin intermediul lor privim în trecut. Dar pentru vânător, îndrăznesc să sugerez, ele erau o deschidere către viitor; prin ele, el privea înainte. Indiferent de direcție, picturile din peșteri

funcționează ca un soi de tub telescopic al imaginației: ele conduc mintea de la cele văzute spre cele ce pot fi deduse sau presupuse. Într-adevăr, așa stau lucrurile cu însăși acțiunea de a picta; în pofida superbei sale capacități de observație, pictura plană are un sens pentru ochi doar pentru că mintea îi atribuie contur și mișcare, o realitate obținută prin deducție, care nu este propriu-zis văzută, ci imaginată.

Arta și știința sunt amândouă îndeletniciri exclusiv umane, situate dincolo de orice capacități ale vreunui alt animal. Iar acesta este punctul în care vedem că ambele derivă din aceeași însușire omenească: abilitatea de a vizualiza viitorul, de a prezice ce s-ar putea întâmpla și de a croi planuri preventive, precum și aceea de a ne reprezenta viitorul în imagini pe care le proiectăm și le deplasăm în minte, sau într-un pătrat de lumină pe peretele întunecat al unei peșteri sau pe ecranul unui televizor.

De asemenea, privim aici printr-un telescop al imaginației; imaginația este un telescop ce străbate timpul, prin care privim înapoi la

experiențele trecutului. Oamenii care au realizat aceste picturi, care trăiau atunci în prezentul lor, au privit prin telescop înainte. Au privit către ascensiunea omului, deoarece fenomenul numit evoluție culturală este în esență un proces constant de creștere și diversificare a imaginației omenești.

Oamenii care au realizat armele și cei care au realizat picturile au făcut același lucru – au anticipat viitorul așa cum numai omul o poate face, deducând ce urmează să se întâmple pornind de la ce există în prezent. În om se regăsesc o sumedenie de însușiri unice; dar în centrul lor stă rădăcina din care crește întreaga cunoaștere, şi anume abilitatea de a trage concluzii din cele văzute pentru a afla cele nevăzute, de a ne deplasa cu puterea minții în spațiu și timp și de a ne recunoaște pe noi înșine în trecut, pe pragul ce duce către prezent. Peste tot în aceste peșteri, amprenta lăsată de mâna umană prinde glas: „Aceasta este urma lăsată de mine. Acesta sunt eu, omul“.

Capitolul 2
RECOLTA ANOTIMPURILOR

Istoria omului este periodizată foarte inegal. Mai întâi vine evoluția sa biologică: toate etapele care ne separă de strămoșii noștri din familia primatelor. Aceste etape au avut nevoie de câteva milioane de ani. Urmează apoi evoluția sa culturală: avântul uriaș al civilizației ce ne desparte de puținele triburi de vânători rămase în Africa, sau de triburile de culegători din Australia. Iar acest al doilea decalaj, cel de natură culturală, umple un interval de timp întins pe doar câteva mii de ani. Istoria culturală a omului datează de aproximativ 12.000 de ani – puțin peste 10.000 de ani, dar mult mai puțin de 20.000. De aici înainte, voi vorbi doar de acest ultim interval de 12.000 de ani, de care ține aproape întreaga ascensiune a omului așa cum îl concepem astăzi. Însă diferența dintre cele două repere,

adică între scara evoluției biologice și cea a evoluției culturale, este atât de mare, încât nu pot să trec peste ea fără a arunca o privire în trecut.

A fost nevoie de aproape 2 milioane de ani pentru ca omul să evolueze de la mărunta creatură negricioasă care ținea o piatră în mână, *Australopithecus* din Africa Centrală, la forma modernă a omului, *Homo sapiens*. Acesta este ritmul evoluției biologice – chiar dacă evoluția biologică a omului a fost mai rapidă decât a oricărui alt animal. Dar lui *Homo sapiens* i-a luat mai puțin de 20.000 de ani să devină acea ființă către care aspirăm cu toții: artiști și savanți, arhitecți și planificatori ai viitorului, cititori și călători, exploratori pasionați ai fenomenelor naturale și ai emoțiilor umane, infinit mai bogați în experiență și mai cutezători în imaginație decât oricare dintre strămoșii omului. Acesta este ritmul evoluției culturale; odată ce s-a declanșat, ea înaintează cel puțin de o sută de ori mai repede decât evoluția biologică.

Etapa crucială este însăşi declanșarea ei. De ce au început atât

de recent schimbările culturale care au făcut din om stăpânul planetei? Acum 20.000 de ani, în orice colț al lumii ajunsese, omul era culegător și vânător, iar tehnica lui cea mai avansată era aceea de a se atașa de o turmă migratoare, așa cum încă fac laponii. Acum aproximativ 10.000 de ani lucrurile s-au schimbat, și omul a început pe alocuri să domesticească anumite animale și să cultive anumite plante; iar aceasta este schimbarea care a declanșat procesul civilizator. Este de-a dreptul extraordinar să ne gândim că civilizația, așa cum o înțelegem astăzi, s-a declanșat ca proces doar cu 12.000 de ani în urmă. În jurul anului 10000 î.Hr., trebuie să se fi produs o extraordinară explozie – și, într-adevăr, așa au stat lucrurile. Dar a fost o explozie tăcută. A fost sfârșitul ultimei ere glaciare.

Putem întrezări atmosfera și, ca să spun așa, putem simți mirosul acestei schimbări în peisajul glaciar. Primăvara în Islanda își reia în fiecare an spectacolul, dar cândva demult, acest spectacol s-a desfășurat în Europa și în Asia, atunci când ghețurile s-au retras. Iar omul, care înfruntase până atunci vitregii

incredibile, după ce a pribegit de la plecarea din Africa circa un milion de ani și și-a croit cu greu drum prin erele glaciare, s-a trezit deodată pe un pământ fertil, înconjurat de animale sălbatice, adoptând un nou stil de viață.

Acest punct de cotitură este numit de obicei „revoluție agricolă“. Dar eu mă gândesc la ea într-un sens oarecum mai larg, acela de revoluție biologică. În ea s-au întrepătruns cultivarea plantelor și domesticirea animalelor. Iar în miezul tuturor lucrurilor stă conștiința faptului crucial că omul își domină mediul în cel mai important aspect al acestuia, nu în mod fizic nemijlocit, ci la nivelul entităților vii: plantele și animalele. De aici pornește o revoluție socială la fel de remarcabilă. Deoarece acum se putea, ba chiar trebuia ca omul să înceapă o viață sedentară. Iar această creatură care a hoinărit în marș neîntrerupt vreme de un milion de ani a trebuit să ia o decizie crucială: aceea de a înceta să mai aibă o viaţă nomadă, pentru a se transforma în sătean. Există dovezi antropologice ale luptei lăuntrice a unui popor care a avut de

luat o asemenea decizie: e vorba de Vechiul Testament din Biblie. Sunt de părere că întreaga civilizație se sprijină pe această decizie. Cât despre oamenii care nu au luat-o, din rândul lor au mai rămas foarte puțini supraviețuitori. Există unele triburi de nomazi care continuă să efectueze aceste vaste călătorii transhumante de la o regiune de pășunat la alta: tribul Bakhtiari din Persia, de exemplu. Și trebuie să călătorești cu ei, și să trăiești în mijlocul lor, ca să înțelegi că civilizația nu se poate niciodată dezvolta dacă rămâi nomad.

Totul are dimensiuni imemoriale în viața nomadă. Cei din tribul Bakhtiari au călătorit dintotdeauna singuri, feriți de privirile lumii. La fel ca alți nomazi, aceştia își închipuie că formează o familie, că sunt fiii unui singur părinte întemeietor. (În același fel, evreii obișnuiesc să își spună copiii lui Israel sau ai lui Iacov.) Bakhtiari este un nume care se trage de la un păstor legendar din perioada mongolă, Bakhtyar. Legenda propriei lor origini şi a întemeietorului lor începe astfel:

> Iar tatăl poporului nostru, omul dealurilor, Bakhtyar, a ieșit din tăria munților de la miazăzi în vremurile străvechi. Sămânța lui a fost la fel de numeroasă precum pietrele muntelui, și poporul lui a înflorit.

Ecoul biblic răsună neîncetat pe măsură ce povestea se deapănă. Patriarhul Iacov avea două neveste, și păstorise câte șapte ani pentru fiecare dintre ele. Să îl comparăm cu patriarhul tribului Bakhtiari:

> Prima soție a lui Bakhtyar a avut șapte fii, părinți ai celor șapte seminții înrudite ale poporului nostru. Cea de-a doua soție a avut patru fii. Iar fii noștri își iau soții dintre fiicele din corturile unchilor lor după tată, ca nu cumva turmele și corturile să se risipească.

Cât despre copiii lui Israel, turmele aveau o importanță capitală; ele nu îi scapă din vedere naratorului (sau consilierului matrimonial) nici măcar o clipă.

Înainte de anul 10000 î.Hr., popoarele nomade obișnuiau să urmeze migrația naturală a turmelor sălbatice. Dar oile și caprele nu obișnuiesc să migreze în mod natural. Ele au fost mai întâi domesticite cam

acum 10.000 de ani – doar câinele este un tovarăș mai vechi. Iar când omul le-a domesticit, a luat asupra sa răspunderea naturii; nomadul trebuie să conducă turma neajutorată.

În triburile nomade, femeile au un rol bine definit. Mai presus de orice, funcția lor este aceea de a produce copii de sex masculin; nașterea prea multor fete este o nenorocire iminentă, deoarece pe termen lung se poate dovedi dezastruoasă. Pe lângă naștere, îndatoririle femeii includ pregătirea hranei și confecționarea îmbrăcămintei. De exemplu, femeile din tribul Bakhtiari coc pâinea după modelul biblic, din turte nedospite pe lespezi fierbinți. Însă fetele și femeile așteaptă până termină de mâncat bărbații. La fel ca în cazul bărbaților, viața femeilor depinde de bunăstarea turmei. Femeile mulg laptele și fac din el un iaurt gros, bătându-l într-un burduf din piele de capră prins pe un cadru primitiv de lemn. Ele dețin doar tehnologia simplă care poate fi purtată în călătorii zilnice din loc în loc. Această simplitate nu are nimic romantic; e pur și simplu o chestiune de supraviețuire. Toate obiectele

trebuie să fie suficient de ușoare pentru a putea fi cărate, asamblate în fiecare seară și împachetate la loc în fiecare dimineață. Când femeile torc lâna cu unelte simple din vechime, o fac pentru necesități imediate, pentru a cârpi lucruri necesare în călătorie, și nimic mai mult.

În viața nomadă este cu neputință să produci lucruri de care să ai nevoie abia peste câteva săptămâni. Ele nu ar fi putea fi cărate. Și de fapt, cei din tribul Bakhtiari nici nu știu să facă asemenea lucruri. Dacă au nevoie de vase metalice, le achiziționează prin troc de la populațiile sedentare sau de la țigani artizani specializaţi în lucrarea metalului. Un cui, o scară de șa, o jucărie sau un clopoțel pentru copii, sunt toate obiecte ce trebuie obţinute din afara tribului. Viața tribului Bakhtiari este prea limitată pentru a dispune de timp și abilități în vederea specializării. Nu este loc de inovație, pentru că nu este timp: dacă te afli mereu pe picior de plecare, între seară și dimineață, într-un du-te-vino perpetuu, nu ai cum să dezvolţi artefacte sau gânduri noi – nici măcar cântece noi. Singurele obiceiuri care

supraviețuiesc sunt obiceiurile străvechi. Singura ambiție a fiului este să fie ca tatăl său.

Această viață este lipsită de trăsături distincte. Fiecare noapte este sfârșitul unei zile identice cu cea precedentă, iar fiecare dimineață va fi începutul unei călătorii asemănătoare cu cea care o precedă. Când se crapă de ziuă, în mintea tuturor stăruie o singură întrebare: Va putea traversa turma următoarea trecătoare de munte? Într-o anume zi a călătoriei, va trebui străbătută cea mai înaltă trecătoare dintre toate. Aceasta este trecătoarea Zadeku, la o înălțime de peste 3600 metri în Munții Zagros, prin care turma trebuie să se strecoare cumva sau să se cuibărească în stâncăriile sale înalte. Pentru că tribul trebuie să înainteze necontenit, păstorul trebuie să afle zilnic noi pășuni, deoarece la o asemenea altitudine o pășune alpină nu ajunge unei turme mai mult de o zi.

În fiecare an, tribul Bakhtiari traversează șase lanțuri muntoase la dus (și le traversează din nou la întoarcere). Își croiesc drum prin zăpadă și prin șuvoaiele dezghețului

de primăvară. Iar viața lor a avansat față de cum era acum 10.000 de ani doar într-o singură privință. Nomazii din vechime trebuiau să călătorească pe jos, purtându-și în spinare povara. Acum tribul Bakhtiari posedă animale de tracțiune – cai, măgari, catâri – care, de atunci, au fost domesticite. Nimic nou nu și-a mai făcut loc în viața lor. Și nimic nu este demn de ținut minte. Tribul Bakhtiari nu are nici un fel de monumente memoriale, nici măcar pentru morți. (Unde este îngropat Bakhtyar? Unde a fost îngropat Iacov?) Singurele movile pe care le înalță sunt indicatoare care arată drumuri cum ar fi cel spre Trecătoarea Femeilor, un loc nesigur dar mai ușor de traversat pentru animale decât trecătoarea muntoasă.

Migrația de primăvară a tribului Bakhtiari este o aventură eroică, însă membrii tribului sunt mai degrabă stoici decât eroici. Sunt resemnați pentru că aventura nu duce nicăieri. Până și pășunile de vară vor fi numai un loc de popas – spre deosebire de copiii lui Israel, pe ei nu îi așteaptă țara făgăduinţei. Capul familiei a trudit timp de șapte ani, la fel ca Iacov, ca să își adune o turmă de 50

de oi și capre. Se așteaptă, dacă lucrurile merg bine, să piardă 10 dintre ele în timpul migrației. Dacă lucrurile merg prost, ar putea pierde 20 din totalul de 50. Aceștia sunt sorții vieții de nomad an după an. Iar dincolo de toate acestea, la sfârșitul călătoriei, nu îl va aștepta nimic, în afară de o imensă resemnare tradițională.

Cine poate ști dacă, în următorii ani, vârstnicii, după ce au ieșit din trecători, vor fi în stare să facă față încercării supreme: trecerea râului Bazuft. Trei luni de dezgheț au făcut ca râul să se umfle. Bărbaţii, femeile, animalele de povară și turmele sunt în pragul epuizării. E nevoie de o zi întreagă pentru a trece turmele pe celălalt mal. Dar aici, în această zi, are loc marea încercare. Astăzi este ziua în care băieții devin bărbați, deoarece supraviețuirea turmei și a familiei depind de forța lor fizică. Trecerea râului Bazuft este ca trecerea Iordanului; ea reprezintă botezul bărbăției. Pentru cei tineri, viața se însuflețește preț de o clipă, iar pentru cei bătrâni ea se stinge.

Ce se întâmplă cu bătrânii care nu pot traversa acest ultim râu? Nimic.

Rămân în urmă și mor. Doar câinele este mirat să vadă cum omul este abandonat. Omul acceptă obiceiul nomad; a ajuns la capătul călătoriei, și la sfârșit nu îl mai așteaptă nimic.

Cel mai însemnat pas în ascensiunea omului este trecerea de la viața nomadă la agricultura sedentară. Cum a fost posibil acest lucru? Fără îndoială, printr-un act de voință din partea omului; însă odată cu acesta, s-a produs și un act natural, straniu și tainic. Odată cu explozia vegetației noi la sfârșitul erei glaciare, în Orientul Mijlociu a apărut un soi hibrid de grâu. Acest lucru s-a întâmplat în mai multe locuri: un exemplu clasic îl reprezintă vechea oază din Ierihon.

Ierihonul este mai bătrân chiar decât agricultura. Primii oameni care au ajuns aici și s-au instalat lângă izvorul din această zonă altfel aridă erau o populație care recolta grâul, dar nu știa încă să îl cultive. Știm acest lucru deoarece și-au confecționat unelte pentru secerișul grâului sălbatic, iar aceasta reprezintă un extraordinar element de anticipare. Și-au confecționat seceri din cremene care s-au

conservat; ele au fost descoperite de arheologul John Garstang, care a făcut săpături în zonă în anii 1930. Lama străvechii seceri din cremene era fixată într-un mâner făcut din corn de gazelă sau din os.

Soiul de grâu sălbatic recoltat de primii locuitori ai acestui pământ nu a supravieţuit pe colina şi terasele Ierihonului. Însă plantele ierboase care încă se găsesc aici seamănă probabil foarte mult cu grâul găsit de ei, şi pe care îl strângeau la început în pumn şi îl retezau prin mişcarea de tăiere a secerii pe care secerătorii o repetă de 10.000 de ani încoace. Aceşti oameni aparţineau civilizaţiei preagricole natufiene. Şi, desigur, ea nu avea cum să dureze. Dar era pe punctul de a deveni agricultură. Iar agricultura a fost următorul eveniment notabil petrecut în zona Ierihonului.



6. Ierihonul este un oraș monumental, mai vechi decât însăși Biblia, unde istoria se acumulează în straturi. Din situl

arheologic Ierihon: craniu decorat cu ghips incrustat cu scoici marine.
Turnul de pe colina Ierihonului: zidăria din piatră de cremene este anterioară anului 7000 î.Hr. *Grilajul modern acoperă puțul din interiorul turnului.*

Punctul de cotitură care a dus la răspândirea agriculturii în Lumea Veche l-a reprezentat cu siguranță apariția a două soiuri de grâu cu spicul mare și bogat. Înainte de anul 8000 î.Hr., grâul nu era planta prolifică de astăzi; era doar una dintre nenumăratele ierburi sălbatice care creșteau pe tot cuprinsul Orientului Mijlociu. Printr-un accident genetic, grâul sălbatic s-a încrucișat cu o plantă graminee și a dat naștere unui hibrid fertil. Acest accident trebuie să se fi întâmplat de nenumărate ori pe fondul exploziei de vegetație care a avut loc după ultima eră glaciară. În ceea ce privește mecanismul genetic care coordonează creșterea, el a combinat cei 14 cromozomi ai grâului sălbatic cu cei 14 cromozomi ai plantei graminee, dând naștere grâului emmer cu 28 de cromozomi. De aceea spicul hibridului emmer este mult

mai bogat. Acest hibrid a putut să se răspândească în mod natural, deoarece boabele sale sunt prinse de *spic* într-un fel care le permite să fie împrăștiate de vânt.

Este o raritate, dar nu un fapt unic în lumea plantelor, ca un asemenea hibrid să fie fertil. Însă acum este momentul în care istoria bogată a vieții vegetale de după erele glaciare devine și mai surprinzătoare. S-a produs un al doilea accident genetic, care se poate să se fi datorat faptului că grâul emmer era deja cultivat. Grâul emmer s-a încrucișat cu o altă plantă graminee și a dat naștere unui hibrid de dimensiuni și mai mari cu 42 de cromozomi, adică grâul comun. Acest lucru este, în sine, foarte improbabil, dar astăzi știm că grâul comun nu ar fi fost fertil dacă nu s-ar fi produs o mutație genetică la nivelul unui singur cromozom.

Și totuși se întâmplă ceva și mai curios. Astăzi, grâul pe care îl știm are spicul bogat și frumos, dar boabele lui nu s-ar împrăștia în vânt, pentru că spicul este prea strâns ca să se desfacă ușor. Iar dacă, să zicem, sfărâmăm spicul, pleava zboară și boabele cad exact pe solul din care au

crescut. Să nu uităm că această plantă este cât se poate de diferită de grâul sălbatic sau de primul hibrid primitiv, grâul emmer. La soiurile primitive, spicul este mult mai deschis, și dacă acesta se împrăștie, efectul obținut este unul diferit – boabele desprinse vor fi purtate de vânt. Soiurile de grâu comun și-au pierdut această abilitate. Dintr-odată, omul și planta au ajuns să depindă unul de celălalt. Omul a căpătat grâul de pe urma căruia trăiește, dar și grâul poate considera că omul i-a fost destinat, deoarece numai datorită acestuia se poate răspândi. Deoarece speciile de grâu comun nu se pot înmulți decât ajutate, omul trebuie să secere spicele și să împrăștie sămânța; iar viețile amândurora, a omului și a plantei, sunt interdependente. Este ca un adevărat basm al geneticii; este ca și cum zorii civilizației au fost dinainte binecuvântați de spiritul călugărului Gregor Mendel.

O conjuncție fericită de evenimente naturale și umane a dat naștere agriculturii. În Lumea Veche, acest lucru s-a întâmplat acum aproape 10.000 de ani, mai precis în zona

fertilă a Orientului Mijlociu. Dar cu siguranță acest lucru nu s-a întâmplat doar o dată. Aproape sigur, agricultura a fost inventată în mod independent și în Lumea Nouă – sau cel puțin așa credem bazându-ne pe faptul dovedit că porumbul are nevoie de om tot atât de mult cât și grâul. Cât privește Orientul Mijlociu, agricultura s-a răspândit ici-colo de-a lungul pantelor deluroase, dintre care înălțimile ce despart Marea Moartă de Iudeea şi regiunea ce înconjoară Ierihonul reprezintă cel mult teritorii caracteristice şi doar atât. Într-un sens literal, agricultura pare să fi început în mai multe locuri din această zonă, unele dintre ele anterioare Ierihonului.

Totuși Ierihonul posedă o serie de caracteristici care îl fac unic din punct de vedere istoric și îi conferă un statut simbolic propriu. Spre deosebire de alte așezări căzute în uitare, Ierihonul este un oraș monumental, mai vechi decât însăși Biblia, unde istoria se acumulează în straturi. Străvechiul oraș cu apă dulce a fost o oază la margine de deșert, al cărei izvor a curs neîntrerupt din vremuri preistorice până în epoca

orașului modern. Aici s-au întâlnit grâul și apa și, într-un fel, aici a început civilizația umană. Tot aici au ajuns și beduinii deșertului, cu fețele oacheșe acoperite, privind cu invidie noul mod de trai. De aceea Iosua a reunit aici semințiile lui Israel în drumul lor spre Țara Făgăduinței – deoarece grâul și apa dau naștere unei civilizații; grâul și apa reprezintă făgăduința unei țări în care curge lapte și miere. Grâul și apa au transformat această colină stearpă în cel mai vechi oraș al omenirii.

Brusc, Ierihonul avea să se transforme. Încep să se stabilească tot mai mulţi oameni și în curând orașul devine obiectul invidiei vecinilor, drept care trebuie fortificat cu ziduri, transformat într-un oraș-fortăreață, prin construirea unui turn uimitor, acum mai bine de 9.000 de ani. La bază, turnul are o circumferință de aproape zece metri și, în mod corespondent, măsoară tot aproape zece metri în adâncime. Urcând de la baza turnului, excavațiile din jurul său scot la iveală strat după strat din civilizațiile de odinioară: omul străvechi din prima epocă preceramică, urmașii săi din

următoarea epocă preceramică, zorii olăritului neolitic, epoca timpurie a cuprului, epoca timpurie a bronzului, epoca mijlocie a bronzului. Fiecare dintre aceste civilizații a apărut, a cucerit Ierihonul și s-a îngropat în el, adăugându-i un nou strat de istorie; astfel încât, turnul nu se înalță de sub aproape 14 metri de pământ, ci mai degrabă de sub 14 metri de civilizații ale trecutului.

Ierihonul este un microcosmos al istoriei. În anii ce vin, se vor descoperi și alte situri (deja s-au descoperit câteva) care ne vor schimba imaginea despre începuturile civilizației. Totuși acest loc are puterea de a oferi o perspectivă asupra ascensiunii omului modern, ce cunoaşte profunzimi atât ale gândirii, cât şi ale cunoaşterii. Când eram tânăr se credea că supremația omului derivă din dominația sa asupra mediului fizic. Astăzi am înțeles că adevărata supremație se trage din înțelegerea și modelarea mediului viu. Astfel a început civilizația umană în zona fertilă a Ierihonului, când omul a luat în grija sa plantele și animalele și, învățând să trăiască cu ele, a

schimbat lumea după chipul și asemănarea nevoilor sale. Când Kathleen Kenyon a redescoperit străvechiul turn din Ierihon în anii 1950, a văzut că era gol pe dinăuntru; iar după părerea mea, această scară interioară este ca o fereastră către piatra de temelie a întregii civilizații. Iar piatra de temelie a civilizației este ființa vie, nu lumea fizică.

În jurul anului 6000 î.Hr., Ierihonul era o însemnată așezare agricolă. Kathleen Kenyon a estimat că aici locuiau cam trei mii de oameni și că orașul măsura, în interiorul zidurilor, între patru și cinci hectare. Femeile măcinau grâul cu ajutorul uneltelor rudimentare de piatră care caracterizează orice comunitate sedentară. Bărbații modelau bucățile de lut din care se făceau cărămizi pentru construcții, printre primele atestate arheologic. Urmele de degete lăsate de străvechii cărămidari se găsesc pretutindeni. Omul, la fel ca grâul comun, s-a statornicit acum la locul lui. O comunitate sedentară are și o relație diferită cu morții. Locuitorii Ierihonului păstrau unele cranii și le acopereau cu decorațiuni elaborate. Nimeni nu știe de ce, dar

pare să fi fost un omagiu adus celor morți.

Oricine a crescut cu relatările Vechiului Testament, cum este cazul meu, nu poate lăsa în urmă Ierihonul fără să-și pună două întrebări: a distrus Iosua, în cele din urmă, orașul? Și zidurile acestuia chiar s-au prăbușit? Acestea sunt întrebările pentru care oamenii vizitează locul și îl transformă într-o legendă vie. La prima întrebare, răspunsul este simplu: Da. Triburile lui Israel purtau războaie ca să pătrundă în zona fertilă care se întinde de-a lungul coastei mediteraneene până spre munții Anatoliei și coboară până pe malurile fluviilor Tigru și Eufrat. Iar aici, la Ierihon, se afla punctul-cheie care le bloca înaintarea spre munții Iudeei, dincolo de care se aflau pământurile fertile de la țărmul Mediteranei. Acest punct trebuia cucerit, și evreii l-au cucerit în jurul anului 1400 î.Hr. – cam în urmă cu 3.300 sau 3.400 de ani. Narațiunea biblică a fost scrisă, cu aproximație, în jurul anului 700 î.Hr.; ceea ce înseamnă că povestea are, ca izvor

istoric scris, o vechime de circa 2.600 de ani.

Dar oare zidurile Ierihonului s-au prăbușit? Acest lucru nu-l știm. Nu există dovezi arheologice în acest sit care să sugereze că există vreo serie de ziduri care să se fi prăbuşit într-o zi anume. Dar există multe rânduri de ziduri care au căzut aici, în diferite perioade istorice. Există o perioadă în timpul epocii bronzului, când un ansamblu de ziduri din sit a fost reconstruit de cel puțin șaisprezece ori. Deoarece acesta este un ținut al cutremurelor. Chiar și în zilele noastre, aici au loc seisme zilnic; în fiecare secol se înregistrează cam patru cutremure de anvergură. Abia în anii din urmă am reușit să înțelegem de ce această vale este un loc predilect al mișcărilor seismice. Marea Roșie și Marea Moartă se întind pe o continuare geologică a Văii Marelui Rift Est-African. Aici se învecinează două dintre plăcile care susţin continentele în plutirea lor pe materia mai densă a mantalei terestre. În timp ce plăcile se împing una în cealaltă de-a lungul Riftului, suprafața terestră reverberează șocurile care se produc în

străfunduri. Drept rezultat, cutremurele au erupt mereu de-a lungul axei pe care se întinde Marea Moartă. Și după părerea mea, acesta este motivul pentru care Biblia abundă în relatări despre miracole naturale: un diluviu străvechi, secarea Mării Roșii, secarea Iordanului și prăbușirea zidurilor Ierihonului.

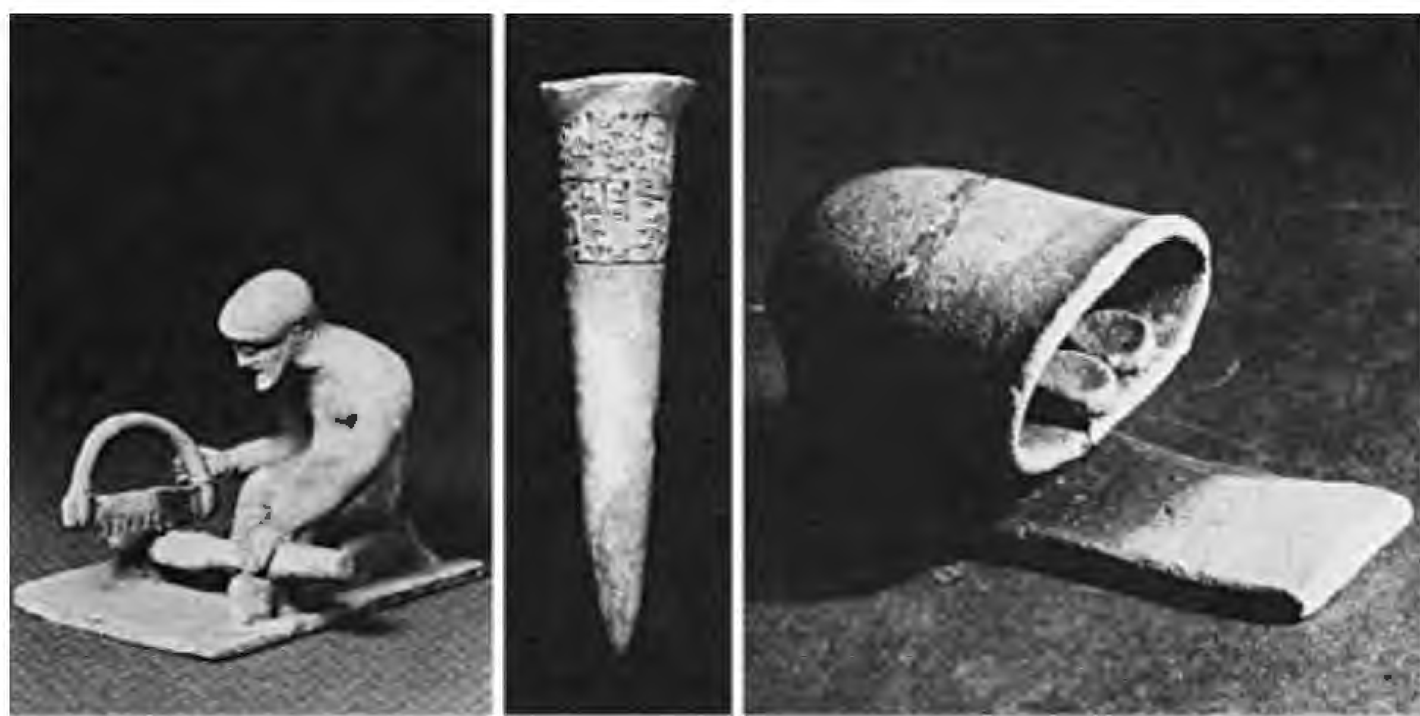
Biblia este o curiozitate în materie de relatare istorică – în parte folclor, în parte izvor scris. Istoria este, desigur, scrisă de învingători, iar evreii, din momentul în care s-au revărsat dincolo de zidurile Ierihonului, au devenit făuritori de istorie. Biblia este istoria lor: istoria unui popor care a trebuit să renunțe la viața nomadă și pastorală, pentru a deveni un trib de agricultori.

Agricultura și creșterea animalelor par îndeletniciri simple, dar secera natufiană este un semn care ne arată că ele nu încremenesc în timp. Fiecare etapă în domesticirea formelor de viață vegetale și animale necesită invenții, care încep sub forma unor dispozitive tehnice, din care se dezvoltă apoi principii

științifice. Instrumentele de bază ale sprintenei minți omenești zac, nebăgate în seamă, în oricare așezare de pe pământ. Această abundență de mici și subtile invenții este tot atât de ingenioasă și, într-un sens profund, tot atât de importantă în ascensiunea omului cât este orice instrument al fizicii nucleare de astăzi: acul de cusut, sula, vasul de lut, coasa, sapa, cuiul și șurubul, foalele, sfoara, nodul, războiul de țesut, hamul, cârligul, nasturele, pantoful: poţi rosti o sută de exemple fără nici o ezitare. Bogăția aceasta provine din interacțiunea invențiilor; o cultură este un multiplicator de idei, în care fiecare nou instrument accelerează și intensifică puterea celorlalte.

Agricultura sedentară conduce la o tehnologie din care derivă, în întregime, fizica și celelalte științe. Putem observa acest lucru din modificările suferite de-a lungul timpului de seceră. La prima vedere, aceste seceri arată la fel: secera de acum 10.000 de ani a culegătorului și secera de acum 9.000 de ani, când grâul era deja cultivat. Dar să privim cu mai multă atenție. Grâul cultivat este secerat cu o lamă zimțată:

deoarece, dacă grâul este lovit cu lama, boabele se scutură pe pământ; dar dacă este retezat cu grijă, boabele vor rămâne toate în spic. Iar de atunci, secerile au fost confecționate astfel – până în anii copilăriei mele din Primul Război Mondial, când secera curbată cu lama zimțată era unealta cu care încă se secera grâul. O tehnologie ca aceasta și asemenea cunoștințe fizice ne vin din toate domeniile vieții agricole cu o asemenea spontaneitate încât simțim că de fapt ideile sunt cele care îl descoperă pe om, și nu invers.



7. Această abundență de mici și subtile invenții este tot atât de importantă în ascensiunea omului cât este orice instrument al fizicii nucleare.
Tâmplar prelucrând o bucată de lemn cu fierăstrăul. Grecia, secolul al VI-lea î.Hr.
Cui de lut inscripţionat. Sumer, 2400 î.Hr.
Cuptor de brutar cu pâine la copt. Model

de lut. Insulele grecești, secolul al VII-lea î.Hr.

Cea mai importantă invenție din întreaga istorie a agriculturii este, desigur, plugul. Când ne gândim la plug, ni-l imaginăm ca pe o lamă care desparte brazdele. Iar brăzdarul este o importantă invenție mecanică din vechime. Dar plugul reprezintă și altceva, un lucru încă și mai fundamental: el reprezintă o pârghie care ridică solul, și una din primele aplicații ale principiului pârghiei. Mult mai târziu, când Arhimede le-a explicat grecilor teoria pârghiei, el le-a spus că dacă i s-ar da un punct de sprijin pentru pârghie, ar putea răsturna pământul. Dar cu mii de ani înainte de Arhimede, plugarul din Orientul Mijlociu va fi spus, „Dați-mi o pârghie și voi hrăni pământul“.

Am spus mai sus că agricultura a mai fost inventată cel puțin o dată, mult mai târziu, în America. Dar nu plugul, și nici roata, pentru că ele depind de animalele de tracțiune. Pasul următor de la agricultura rudimentară făcut în Orientul Mijlociu a fost domesticirea animalelor de tracțiune. Absența

acestui progres biologic a menținut Lumea Nouă într-o stare de înapoiere, la nivelul bastoanelor pentru săpat și al sacului; nici măcar roata olarului nu a fost inventată aici.

Roata apare pentru prima dată cu puțin timp înainte de anul 3000 î.Hr. într-un spațiu care se află astăzi în sudul Rusiei. Aceste roți timpurii sunt confecționate din lemn masiv și sunt atașate unei plute sau sănii mai vechi pentru tracțiunea poverilor, întregul ansamblu fiind astfel convertit într-un fel de car. Din acest moment, ansamblul format din roată și osie devine rădăcina dublă din care se dezvoltă invenții. De pildă, el poate fi transformat într-un instrument cu care se macină grâul – utilizând forțele naturii pentru a funcționa: forța animală mai întâi, iar mai târziu forța vântului și a apei. Roata devine un model pentru toate mișcările de rotație, o normă explicativă și un simbol ceresc al unei puteri mai presus de cea a omului atât în știință, cât și în artă. Soarele este un car cu două roți, iar cerul însuși este o roată, încă de când babilonienii și grecii au cartografiat mișcarea corpurilor cerești. În știința modernă, mișcarea

naturală (adică mișcarea neîntreruptă de nimic) este rectilinie; dar pentru știința vechilor greci, forma mișcării ce părea firească (adică inerentă naturii) și, de fapt, perfectă era mișcarea circulară.

Cam în același timp când Iosua lua cu asalt Ierihonul, cam prin anul 1400 î.Hr., inginerii mecanici din Sumer și Asiria transformau roata într-un scripete de scos apă. Tot pe atunci, construiau sisteme de irigații pe scară largă. Puțurile verticale de întreținere încă se văd asemenea unor semne de punctuație pe întinsul peisajului persan. Ele coboară sub pământ la o adâncime de aproape o sută de metri până la qanaturi, sau canale subterane care alcătuiesc sistemul, la un nivel la care apa freatică nu este în pericol să se evapore. La 3.000 de ani de la construirea lor, sătencele din Khuzistan încă se aprovizionează cu apă din qanaturi pentru a-și duce la bun sfârșit treburile zilnice în comunitățile lor arhaice.



8. Strungul de lemn este unul dintre dispozitivele clasice de transformare a mișcării liniare în mișcare de rotație. *Tâmplari de la mijlocul secolului al XIX-lea folosind strungul de lemn, India central*

Qanaturile sunt construcții târzii ale unei civilizații urbane, și semnifică existența încă de la acea dată a unor legi care reglementau dreptul de utilizare a apei, de proprietate asupra pământului, precum și a altor relații sociale. Într-o comunitate agricolă (de pildă, obștea agricolă rurală din Sumer) domnia legii are un caracter diferit de legea unei comunități nomade care sancționează furtul unei capre sau al unei oi. La nivelul acesteia, structura socială este strâns legată de reglementarea unor chestiuni care afectează comunitatea ca întreg:

accesul la terenul agricol, administrarea și controlul dreptului de uz asupra apei, dreptul de a utiliza, pe rând și într-o ordine stabilită dinainte, prețioasele construcții de care depind recoltele anotimpurilor.

De acum înainte, meșteșugarul satului devine un inventator în toată regula. El combină principiile de bază ale mecanicii pentru a realiza unelte sofisticate care sunt, de fapt, primele mașinării. Aceste unelte sunt tradiționale în Orientul Mijlociu: strungul de lemn, de exemplu, care este unul dintre dispozitivele clasice de transformare a mișcării liniare în mișcare de rotație. În cazul acestuia, schema de funcționare depinde în mod ingenios de înfășurarea unei frânghii în jurul unui tambur și de fixarea capetelor frânghiei de cele două extremități ale unui obiect asemănător cu un arcuș de vioară. Bucata de lemn care urmează a fi prelucrată se fixează pe tambur; este învârtită continuu prin mișcarea înainte și înapoi a arcușului, și astfel frânghia rotește tamburul pe care este prinsă bucata de lemn, care este crestată de o daltă. Această combinație tehnică are o vechime de

câteva mii de ani, dar am văzut-o utilizată de meșteri țigani care confecționau picioare de scaun într-o pădure din Anglia, în 1945.

O mașinărie este un dispozitiv de captare a energiei din natură. Afirmația este valabilă începând de la fusul cel mai simplu pe care îl poartă cu ele femeile tribului Bakhtiari și până la primul reactor nuclear din istorie şi urmaşii săi funcționali de astăzi. Totuși, cu cât mașinăria a captat surse de energie din ce în ce mai mari, cu atât a ajuns să se îndepărteze mai mult de utilizarea ei firească. De ce a ajuns mașinăria în forma ei modernă să ni se pară ca o amenințare?

Această întrebare care ne bântuie depinde în mod dramatic de nivelul de energie pe care îl poate dezvolta mașinăria. Ne putem pune întrebarea sub forma unor alternative: este situată energia respectivă în limitele de utilizare pentru care mașinăria a fost proiectată, sau această energie este atât de disproporționată încât îl poate domina pe utilizator și poate distorsiona modul de folosire? Așadar această întrebare ne întoarce în trecut; prima oară a fost pusă atunci

când omul a îmblânzit mai întâi o forță mai mare decât a lui însuși: forța animală. Fiecare mașinărie este un soi de animal de tracțiune – până și reactorul nuclear. Ea sporește surplusul câștigat de om pe seama naturii încă de la începuturile agriculturii. Și astfel fiecare mașinărie repune pe tapet dilema originară: livrează ea energie ca răspuns la cerințele utilizării specifice, sau este o sursă rebelă de energie care transcende limitele utilizării în scopuri constructive? Conflictul care vizează proporțiile acestor forme de energie datează încă din epoca formativă a istoriei umane.

Agricultura reprezintă o parte a revoluției biologice; domesticirea și utilizarea animalelor este cealaltă parte. Episoadele domesticirii se succedă într-o anumită ordine. Primul animal domesticit este câinele, poate chiar înainte de anul 10000 î.Hr. Urmează apoi animalele folosite ca sursă de hrană, începând cu caprele și oile. După care au fost domesticite animalele de povară, așa cum este colunul, un soi de măgar sălbatic. Animalele aduc un surplus

mult mai mare față de ceea ce consumă. Însă această observație este valabilă atâta timp cât animalele își păstrează cu modestie destinația inițială de auxiliare în agricultură.

Din acest moment, este puţin probabil ca animalul domestic să ajungă să reprezinte în sine însuși amenințarea la adresa surplusului de grâne de pe urma căruia comunitatea sedentară trăiește și supraviețuiește. Este cu atât mai puţin probabil cu cât boul și măgarul, la urma urmei, sunt animalele de tracțiune care au ajutat la crearea acestui surplus. (În Vechiul Testament, figurează îndemnul explicit ca aceste animale să fie bine tratate; de pildă, plugarului îi este interzis să înjuge împreună un bou și un măgar, deoarece aceste animale desfășoară munci diferite.) Însă în urmă cu aproximativ 5.000 de ani, a apărut un nou animal de tracțiune: calul. Iar calul este cu mult mai rapid, mai puternic și mai dominator decât orice alt animal de tracțiune dinaintea lui. Și din acest moment, el devine o amenințare la adresa surplusului comunității.

Calul, la fel ca boul, a început prin a trage atelaje cu roți, doar că mai

impresionante, cum ar fi carele procesiunilor regale. Și mai apoi, cam în jurul anului 2000 î.Hr., oamenii au învățat să îl călărească. La vremea ei, ideea călăriei trebuie să fi fost la fel de inedită ca invenția mașinii zburătoare. Mai întâi, pentru călărie era nevoie de un cal mai mare și mai puternic – calul originar era un animal de talie relativ mică și, la fel ca lama din America de Sud, nu putea duce în spinare un om vreme îndelungată. Astfel, călăria ca întrebuințare serioasă a calului începe odată cu triburile nomade crescătoare de cai. Aceste triburi au trăit în Asia Centrală, Persia, Afganistan și chiar mai departe; în occident, ele erau cunoscute pur și simplu sub numele de sciți, un nume colectiv dat unor creaturi noi și înspăimântătoare, adevărate fenomene ale naturii.

Călărețul este în mod vizibil mai mult decât un simplu om: el este cu un cap mai presus decât toți ceilalți și se mișcă cu o aşa forță uluitoare încât pare să călărească întreaga lume vie. După ce plantele și animalele din preajma sa au fost îmblânzite de către om, încălecarea calului a

reprezentat un gest aproape supraomenesc, actul simbolic de dominație asupra întregii creații. Știm că astfel au stat lucrurile din înfiorarea și spaima pe care calul le-a provocat și în alte epoci istorice, în Peru, când spaniolii călare au copleșit armatele incaşe (care nu mai văzuseră niciodată un cal) în anul 1532. Tot astfel, cu mult timp înainte, sciții au reprezentat un flagel care teroriza țările ce încă nu deprinseseră tehnica de a călări. Când i-au văzut pe călăreții sciți, grecii au crezut că bidiviul și omul sunt o singură ființă; astfel au născocit legenda centaurului. Într-adevăr, celălalt hibrid pe jumătate uman al imaginației grecești, satirul, a fost la origine jumătate cal, nu jumătate țap: atât de adâncă a fost neliniștea provocată de goana sălbatică a creaturii venite din răsărit.

Astăzi, nici nu putem visa să reușim a surprinde teroarea pe care au semănat-o cal și călăreț atunci când au apărut pentru prima oară în Orientul Mijlociu și în Europa de Est. Aceasta deoarece există o diferență la nivel de proporții pe care nu o pot compara decât cu intrarea tancurilor

în Polonia în 1939, culcând totul la pământ în calea lor. Cred că importanța calului în civilizația europeană a fost întotdeauna subestimată. Într-un fel, războiul a luat naștere datorită calului, ca o activitate nomadă. Asta au adus cu ei hunii, asta au adus frigienii, asta e ceea ce, în cele din urmă, au adus cu ei mongolii, atingând punctul culminant mult mai târziu, sub Ginghis-Han. Hoardele mobile au transformat mai ales organizarea bătăliilor. Ele au conceput o strategie militară diferită – o strategie care seamănă cu un joc de-a războiul; și ce le mai plac jocurile celor care pornesc războaie!

Strategia hoardei mobile depinde de manevre, de comunicarea rapidă și de mișcări tactice exersate care pot fi reunite în secvențe diferite ale unui atac-surpriză. Reminiscențe ale acestor tactici se mai găsesc în jocurile de strategie care încă se joacă și care provin din Asia, cum ar fi jocul de șah și cel de polo. Strategia militară este întotdeauna privită de învingători drept un soi de joc. Iar în Afganistan, se joacă și în ziua de azi

un joc numit Buz Kashi, care se trage din acele întreceri de călărie pe care le practicau mongolii.

Bărbații care joacă Buz Kashi sunt profesioniști, ceea ce înseamnă că sunt plătiţi, atât ei, cât și caii fiind antrenați și menținuți doar pentru laurii victoriei. La o ocazie specială obișnuiau să se adune pentru a se întrece cam trei sute de călăreți din diferite triburi, deși acest lucru nu se mai întâmplase cam de douăzeci-treizeci de ani atunci când ne-am ocupat noi de organizare.



9. Când i-au văzut pe călăreții sciți, grecii au crezut că bidiviul și omul sunt o singură ființă; astfel au născocit legenda centaurului.
Vas grecesc pictat, cca 560 î.Hr. *Centauri* și *un războinic* înarmându-*se.*

Jucătorii unei partide de Buz Kashi nu formează echipe. Obiectul jocului nu este acela de a dovedi că un grup

este mai bun decât altul, ci acela de a găsi un campion. Există campioni celebri din trecut a căror amintire a rămas vie. Președintele care a supervizat jocul era un fost campion retras din activitate. Președintele dă ordinele prin intermediul unui crainic, care este posibil să fie tot un jucător retras din activitate, dar de mai mică însemnătate. Acolo unde ne-am aștepta să vedem o minge, avem de-a face în schimb cu un vițel decapitat. (Și această jucărie macabră ne spune ceva despre joc, ca și cum călăreții s-ar distra cu mijloacele de trai ale țăranilor.) Cadavrul vițelului cântărește cam 23 de kilograme și obiectul jocului îl reprezintă prinderea lui, apărarea lui de cei care vor să îl smulgă și trecerea lui prin două etape distincte ale jocului. În prima etapă, cel care ține vițelul mort trebuie să călărească cu el până la un fanion de la marginea terenului de joc și să îl înconjoare călare. După aceasta, etapa crucială o reprezintă întoarcerea; în timp ce trece pe lângă fanion, hărțuit constant de urmăritori, călărețul gonește către punctul de plecare și către ţintă, care

este reprezentată de un cerc marcat chiar în centrul busculadei.

Jocul se câștigă prin înscrierea unui singur gol, așa că se joacă fără pauză. Acesta nu este un eveniment sportiv; printre regulile sale nu se regăsește nici o urmă de fair-play. Tacticile sunt pur mongole și țin de o disciplină a șocului. Ceea ce uimește cu adevărat la acest joc este însuși lucrul care punea pe fugă armatele care se confruntau cu mongolii: ceea ce la prima vedere pare o sălbatică învălmășeală este de fapt o succesiune de manevre și se termină brusc cu desprinderea călărețului pregătit să înscrie.

Nu poți să nu simţi că spectatorii sunt mult mai entuziasmați și mult mai implicați emoțional decât jucătorii. Din contră, jucătorii par dedicați jocului, dar reci; călăresc cu o intensitate splendidă și brutală, dar nu sunt absorbiți de joc, ci sunt absorbiți de câștigarea acestuia. Abia după terminarea jocului învingătorul se lasă și el pradă emoției. S-ar fi cuvenit să îi ceară președintelui să valideze golul, iar prin neglijarea acestui element de etichetă în învălmășeala victoriei, și-a periclitat

golul înscris. E reconfortant să aflăm că acesta a fost acordat.

Buz Kashi este un joc războinic. Ceea ce îi conferă un caracter de-a dreptul electrizant este reprezentat de etica celui aflat pe cal: călăria este privită ca un gest războinic. Aceasta exprimă cultura monomană a cuceririi; prădătorul care pozează în erou deoarece el călăreşte vârtejul. Dar vârtejul este gol. Calul sau tancul, Ginghis-Han sau Hitler, sau Stalin, nu pot trăi decât de pe urma trudei altora. Nomadul în ultimul lui rol istoric, acela de purtător de războaie, este încă un anacronism, ba chiar mai rău, într-o lume care, în decursul ultimelor 12.000 de ani, a descoperit că civilizația este creată de popoarele sedentare.

Eseul de față este literalmente străbătut de conflictul dintre traiul sedentar și cel nomad. Astfel încât nimic nu poate fi mai potrivit ca epitaf al acestui capitol decât să ne îndreptăm spre podișul înalt, bătut de vânturi și neprimitor de la Sultaniyeh în Persia, unde s-a sfârșit ultima tentativă a dinastiei mongole a lui Ginghis-Han de a impune prin forță

traiul nomad. Este important de precizat că inventarea agriculturii acum 12.000 de ani nu a statornicit și nici nu a confirmat în sine traiul sedentar. Dimpotrivă, domesticirea animalelor, venită odată cu agricultura, a dat o nouă vigoare economiei nomade: domesticirea oilor și a caprelor, de exemplu, iar apoi, mai presus de toate, domesticirea calului. Calul a fost cel care conferit hoardelor mongole ale lui Ginghis-Han puterea și organizarea necesare pentru a cuceri China și statele musulmane, și de a ajunge la porțile Europei Centrale.

Ginghis-Han a fost nomad și inventatorul unei puternice mașini de război – iar această conjuncție ne spune ceva important despre originea războiului în istoria umană. Desigur, este tentant să închidem ochii la desfășurarea istoriei și să speculăm în schimb pe marginea originii războiului, atribuind-o unui posibil instinct animal; ca și cum, la fel ca tigrul, încă ar trebui să ucidem pentru a supraviețui, sau precum măcăleandrul, să apărăm un teritoriu de cuibărit. Însă războiul, războiul organizat, nu este un instinct uman.

Este o formă de jaf, extrem de bine planificat și rod al unor eforturi de cooperare. Iar această formă de jaf a început acum 10.000 de ani, când cultivatorul de grâu a acumulat un surplus de grâne, iar nomazii s-au ridicat din deșert pentru a-l jefui de ceea ce ei înșiși nu își puteau asigura. Am văzut dovezi în sprijinul celor afirmate mai sus în orașul fortificat Ierihon și în turnul său preistoric. Acolo se găsește începutul războiului.

Ginghis-Han și dinastia lui mongolă au adus modul de viață bazat pe jaf în mileniul al doilea. Între anii 1200 și 1300 d.Hr., mongolii au avut aproape o ultimă tentativă de a instaura supremația jefuitorului care nu produce nimic și care, în felul lui nesocotit, se duce să ia cu forța surplusul acumulat prin agricultură de la țăranul care nu are unde să fugă.

Totuși această ultimă tentativă a eșuat. Și a eșuat pentru că, în cele din urmă, mongolilor nu le-a mai rămas nimic altceva de făcut decât să adopte modul de viață al popoarelor pe care le cuceriseră. Când i-au cucerit pe musulmani, au devenit ei înșiși musulmani. Au devenit sedentari

pentru că jaful și războiul nu reprezintă o stare permanentă care să fie sustenabilă. Desigur, armatele lui Ginghis-Han încă îi purtau cu pioșenie rămășițele pe câmpul de luptă. Dar nepotul său, Kublai-Han, era deja un ctitor și un monarh consacrat în China; după cum ne amintim din poemul lui Coleridge,

La Xanadu vru Kubla Han
Un dom-al-poftelor...

Cel de-al cincilea în succesiunea moștenitorilor lui Ginghis-Han a fost sultanul Oljeitu, care a ajuns în acest podiș neospitalier din Persia pentru a-și construi o nouă și maiestuoasă capitală, Sultaniyeh. Până astăzi s-a păstrat doar mausoleul său, care mai târziu a devenit un model pentru arhitectura musulmană. Oljeitu a fost un monarh luminat, care s-a înconjurat în capitala sa de oameni din toate colțurile pământului. El însuși a fost întâi creștin, apoi budist, și în cele din urmă musulman, și chiar a încercat – la curtea sa – să creeze o curte universală. Acesta a fost singurul lucru adus de nomazi civilizației: sultanul a adunat din cele patru colțuri ale lumii culturi diferite,

le-a amestecat laolaltă, și apoi le-a trimis iarăși în lume să fertilizeze pământul.

Este o ironie la adresa puterii nemăsurate pe care au exercitat-o nomazii mongoli în acest loc faptul că atunci când Oljeitu a murit, a rămas cunoscut sub numele de Oljeitu Ctitorul. Și astfel, odată ce agricultura și traiul sedentar s-au statornicit, ajungem la un punct nou în ascensiunea omului, la un nou nivel al acelei forme de armonie umană care avea să dea roade în viitorul îndepărtat: organizarea vieții urbane.

Capitolul 3
GRĂUNTELE DIN STÂNCĂ

> …și-n mâna sa el luă
> Compasul cel de aur, de Domnul făurit, cu el
> Să circumscrie Universul și toate noile create lucruri.
> Își puse un picior în centru Fiul, iar celălalt
> îl învârti prin vastul și profundul întuneric și spuse:
> „O, Lume, tu până-aici te-ntinde, hotarele aici
> Să se oprească, iar asta circumferința ta să fie!“[3]

3. John Milton, *Paradisul pierdut*, trad. rom. Adina Begu, Aldo Press, București, 2009 (n. tr.).

Milton, *Paradisul pierdut*, Cartea VII

John Milton a descris în cuvinte și William Blake a desenat facerea lumii dintr-o singură răsucire a compasului lui Dumnezeu. Dar aceasta este o

imagine excesiv de statică a proceselor din natură. Pământul există de mai bine de patru miliarde de ani. În tot acest timp, pământul a fost modelat și schimbat de două tipuri distincte de acțiuni. Forțele ascunse din măruntaiele Pământului au cutat straturile geologice, au înălțat și au deplasat suprafețele de uscat. Iar la suprafață, eroziunea cauzată de zăpadă, ploaie și furtuni, de șuvoaie și de oceane, de soare și vânt, a cioplit o veritabilă arhitectură naturală.

Omul a devenit și el un arhitect al mediului său înconjurător, dar el nu are sub ascultare forțe atât de puternice precum forțele naturii. Metoda lui a fost dintotdeauna selectivă și experimentală: o abordare intelectuală în care acțiunea depinde de înțelegere. Am ajuns să urmăresc istoria acestei metode în culturile din Lumea Nouă, care sunt mai tinere decât cele din Europa și din Asia. Primul eseu, în primul capitol, se centrează pe Africa ecuatorială, deoarece aici se găsesc începuturile omului, iar cel de-al doilea eseu este dedicat Orientului Apropiat, deoarece aici se găsesc

începuturile civilizației. Acum a sosit momentul să ne amintim că în lunga lui pribegie pe întinsul Pământului, omul a ajuns și pe alte continente.

Canionul de Chelly din Arizona este o vale tăcută, aproape secretă, care a fost locuită de triburi succesive de amerindieni aproape fără întrerupere timp de 2.000 de ani, cam de la nașterea lui Hristos; mai mult decât orice alt loc din America de Nord. Sir Thomas Browne afirmă undeva foarte inspirat: „Vânătorii abia s-au trezit în America, în vreme ce în Persia au trecut deja de primul somn". La nașterea lui Hristos, vânătorii se apucau de agricultură în Canionul de Chelly, și începeau să facă aceiași pași pe calea ascensiunii omului precum cei făcuți mai înainte în zona fertilă din Orientul Mijlociu.

De ce a început civilizația în Lumea Nouă atât de târziu față de Lumea Veche? În mod evident, deoarece omul a sosit relativ târziu în Lumea Nouă. El a ajuns înainte de inventarea ambarcațiunilor, ceea ce înseamnă că a venit pe uscat trecând prin strâmtoarea Bering în vremea când aceasta s-a transformat într-o punte

lată de uscat în timpul ultimei ere glaciare. Dovezile glaciologice indică două momente posibile când oamenii s-au aventurat de pe promontoriile estului extrem al Lumii Vechi, de dincolo de Siberia, în pustietățile stâncoase ale Alaskăi de vest din Lumea Nouă. Una dintre perioade a fost între anii 28000 î.Hr. și 23000 î.Hr., iar cealaltă între anii 14000 î.Hr. și 10000 î.Hr. Apoi, diluviul cauzat de topirea ghețurilor la sfârșitul ultimei ere glaciare a ridicat din nou nivelul mării cu câteva zeci de metri, iar locuitorii Lumii Noi au rămas captivi în noua lor patrie.

Aceasta înseamnă că omul a venit din Asia în America nu mai târziu de acum 10.000 de ani, și nu mai devreme de acum 30.000 de ani. Și omul nu a venit neapărat într-un singur val migrator. Există dovezi arheologice (cum ar fi construcţiile și uneltele timpurii) că au existat două fluxuri culturale care au intrat în America. Și, ceea ce este extrem de revelator pentru mine, există dovezi biologice subtile dar convingătoare care nu pot însemna altceva decât că au existat două migrații succesive, de mică amploare.

Triburile de amerindieni din America de Nord și de Sud nu prezintă toate grupele de sânge care se găsesc în rândul populațiilor din altă parte a lumii. O întrezărire fascinantă a originii acestor triburi este permisă de această particularitate biologică. Grupele de sânge se moștenesc, la nivelul unei întregi populații, într-un asemenea mod încât oferă anumite mărturii genetice ale trecutului. Absența completă a grupei sanguine A la nivelul unei populații sugerează, aproape cu certitudine, că strămoșii acesteia nu au avut grupa de sânge A; la fel stau lucrurile și în cazul grupei de sânge B. Și aceasta este situația de fapt în America. Triburile din America Centrală și de Sud (de exemplu, în bazinul Amazonului, în Anzi și în Țara de Foc) aparțin în totalitate grupei sanguine 0; la fel se întâmplă și cu unele triburi nord-americane. Alte triburi (cum ar fi Sioux, Chippewa și Pueblo) au grupa de sânge 0, amestecat cu între 10 și 15 procente sânge de grupa A.

Pe scurt, dovezile ne arată faptul că grupa de sânge B lipsește peste tot în

America, spre deosebire de celelalte părți ale lumii.

În America Centrală și de Sud, întreaga populație amerindiană indigenă are grupa sanguină 0. În America de Nord, băștinașii au grupele de sânge 0 și A. Singurul mod în care pot interpreta rezonabil aceste dovezi este acela de a considera că un prim val migrator de mici dimensiuni, format dintr-un grup înrudit (ai căror membri au avut toți grupa 0), a pătruns în America, s-a înmulțit, după care s-a răspândit către sud. Acest val a fost urmat de o a doua migrație, formată tot din grupuri mici, de data aceasta având fie doar grupa de sânge A, fie grupele A și 0, care nu a înaintat mai departe de America de Nord. Ceea ce înseamnă că indienii nord-americani conțin cu siguranță elemente ale acestei ultime migrații și sunt, prin comparație, veniți mai târziu pe continent.

Agricultura practicată în Canionul de Chelly reflectă această sosire târzie. Deși porumbul era de mult cultivat în America Centrală și de Sud, aici el apare aproximativ în epoca lui

Hristos. Oameni duc o viaţă foarte simplă, nu au case, și locuiesc în peșteri. Olăritul apare abia în jurul anului 500 d.Hr. Bordeiele în pământ sunt săpate chiar în peșteri și sunt prevăzute cu un acoperiș făcut din lut sau chirpici. Iar civilizația din canion rămâne cantonată la acest nivel până prin anul 1000 d.Hr., când apare marea civilizație Pueblo, care aduce cu ea zidăria de piatră.

Fac aici o distincție clară între arhitectura ca modelare și arhitectura ca asamblare a unor părți. Pare a fi o distincție ușor de înțeles între coliba de lut și zidăria de piatră. Dar de fapt este vorba de o diferență fundamentală la nivel intelectual, nu doar la nivel tehnic. Și cred că acesta este unul dintre pașii cei mai importanți făcuți de om, ori de câte ori și oriunde i s-a întâmplat să opereze distincția între acțiunea modelatoare a mâinii și acțiunea de despicare, sau analitică, a mâinii.

Ni se pare cel mai firesc lucru din lume să luăm o bucată de lut și să modelăm din ea o mică sferă, o figurină, o ceașcă, un bordei de pământ. La început credem că acest

gest ne oferă forma naturii. Dar, desigur, lucrurile nu stau așa. Este vorba despre o formă creată de om. Vasul de lut nu face decât să reflecte mâinile făcute căuș; bordeiul de pământ nu face decât să reflecte acțiunea modelatoare a omului. Și nimic din natură nu iese la iveală atunci când omul îi impune naturii aceste forme calde, rotunjite, feminine și artistice. Singurul lucru reflectat de om este forma propriei sale mâini.

Însă există o altă acțiune a mâinii omenești, diferită și de sens contrar. Aceasta este acțiunea de despicare a lemnului sau a pietrei; fiindcă prin această acțiune mâna (înarmată cu o unealtă) pătrunde și explorează dincolo de suprafață, și astfel devine un instrument al descoperirii. Un însemnat pas înainte din punct de vedere intelectual s-a petrecut atunci când omul a despicat o bucată de lemn, sau o piatră, și a scos la iveală amprenta lăsată de natură în acel obiect înainte de a fi despicat. Civilizația Pueblo a făcut acest pas înainte între stâncile de gresie roșie care se înalță la peste 300 de metri deasupra așezărilor umane din

Arizona. Straturile tabulare de rocă cereau parcă să fie cioplite; iar blocurile de piatră erau dispuse în șiruri de-a lungul acelorași linii de stratificare ca și în cazul stâncilor din Canionul de Chelly.

Încă de timpuriu omul și-a confecționat unelte prin prelucrarea pietrei. Câteodată piatra avea o nervură naturală, iar în alte ocazii meșterul crea liniile de despicare învățând cum să lovească piatra. Se prea poate ca mai întâi ideea să-i fi venit în urma despicării lemnului, deoarece lemnul este un material cu structură vizibilă care se despică ușor de-a lungul fibrei, dar care este greu de despicat dacă se merge de-a latul. Pornind de la aceste începuturi simple, omul deslușește natura lucrurilor și descoperă legile pe care structura le dictează și le dezvăluie. Acum, mâna omului nu mai dictează forma lucrurilor. Dimpotrivă, ea devine un instrument al descoperirii și al plăcerii deopotrivă, prin care unealta transcende întrebuinţarea sa imediată și pătrunde în material, dezvăluindu-i calitățile și formele care se ascund în el. Asemenea unui tăietor de cristale, descoperim în

forma intimă a acestora legile secrete ale naturii.

Noțiunea de descoperire a unei ordini inerente a materiei reprezintă un concept de bază al omului în explorarea naturii. Arhitectura lucrurilor dezvăluie o structură dincolo de suprafață, o nervură ascunsă care, atunci când este scoasă la iveală, face posibilă separarea formațiunilor naturale și reasamblarea lor în tipare noi. Din punctul meu de vedere, acesta este momentul din ascensiunea omului când începe știința teoretică. Și este inerent atât modului în care omul îşi concepe propriile comunități, cât şi concepției sale despre natură.

Noi, oamenii, suntem grupați în familii, familiile sunt grupate în comunități înrudite, grupurile înrudite în clanuri, clanurile în triburi, triburile în națiuni. Iar acest spirit de ierarhie, ca într-o piramidă unde fiecare nivel se înalță peste un altul, poate fi observat în toate modurile în care omul privește natura. Particulele fundamentale alcătuiesc nuclei, nucleii se grupează în atomi, atomii alcătuiesc molecule,

moleculele formează baze, bazele controlează concentrarea de aminoacizi, iar aminoacizii se unesc pentru a forma proteine. Tindem să găsim în natură ceva care să corespundă profund cu felul în care suntem strânși laolaltă de relațiile sociale.

Canionul de Chelly este un fel de microcosmos al culturilor, iar apogeul a fost atins atunci când civilizația Pueblo a înălțat construcțiile sale monumentale puțin după anul 1000 î.Hr. Aceste construcții nu reprezintă doar o înțelegere a naturii lucrului în piatră, ci și a relaţiilor umane; deoarece aici, ca și în alte locuri, meșterii Pueblo au construit un oraș în miniatură. Locuințele în stâncă au fost pe alocuri prevăzute cu câte cinci sau șase niveluri, cele superioare încastrate în cele inferioare. Fațada clădirii era una cu stânca, partea din spate arcuindu-se către peretele de rocă. Aceste impozante complexe arhitectonice au pe alocuri o amprentă la sol între opt și douăsprezece mii de metri pătrați și adăpostesc până la patru sute de încăperi.

Pietrele alcătuiesc un zid, zidurile alcătuiesc o casă, casele dau naștere străzilor, iar străzile alcătuiesc un oraș. Un oraș înseamnă ziduri de piatră, și înseamnă și oameni; dar nu înseamnă doar pietre stivuite unele peste altele și oameni îmbulzindu-se pe străzi. Pasul făcut de la sat la oraș presupune o nouă organizare a comunității, bazată pe diviziunea muncii și relaţii ierarhice. Vom retrăi acest pas făcând o plimbare pe străzile unui oraș nevăzut de nimeni, într-o cultură care a dispărut.



10. Străzile unui oraș nevăzut de nimeni, într-o cultură care a dispărut.

Îmbinările fără mortar și *blocurile de granit cu fețe rotunjite caracterizează zidăria incașă.*

Machu Picchu este un oraș pe culmile Munților Anzi din America de Sud, situat la peste 2.400 de metri altitudine. A fost construit de incași la apogeul imperiului lor, în jurul anului 1500 d.Hr. sau poate puțin mai devreme (aproape simultan cu momentul când Columb a atins Indiile de Vest), când planificarea urbană reprezenta realizarea lor cea mai de seamă. Când spaniolii au cucerit și au prădat statul Peru în 1532, nu se știe cum, dar Machu Picchu și orașele înconjurătoare au fost trecute cu vederea. Și orașul a rămas uitat vreme de patru sute de ani, până când într-o zi din iarna anului 1911, Hiram Bingham, un tânăr arheolog de la Universitatea Yale, a dat din întâmplare peste el. La momentul descoperirii sale, zăcea abandonat de secole, fără pic de viață. Dar în scheletul acestui oraș se găsește structura oricărei civilizații

urbane, indiferent de epocă sau de localizare.

Un oraș are nevoie de o bază de aprovizionare, un centru, de unde îi vine un bogat surplus agricol; iar baza vizibilă pentru civilizația Inca a constituit-o cultivarea pe terase. D\esigur, astăzi pe terasele pustii nu mai crește decât iarba, dar pe vremuri aici se cultivau cartoful (care este un produs agricol originar din Peru) și porumbul, care era de mult o plantă indigenă și care, inițial, a fost adus din nord. Și pentru că Machu Picchu era un soi de oraș sacru, când marele conducător venea în vizită aici, cu siguranță că se cultivau pentru el produse tropicale de lux adaptate la această climă, cum ar fi planta de coca, ale cărei frunze cu efect halucinogen le puteau mesteca doar aristocrații incași și din care se extrage cocaina.

La baza culturilor agricole în terase stă sistemul de irigații. Iar acesta a fost construit de incaşi şi de imperiile care i-au precedat pe aceştia; acest sistem trece de la o terasă la alta printr-o serie de canale și apeducte, peste mari trecători, ajungând până în regiunile deșertice din apropierea

Pacificului, pe care le face să înflorească. La fel cum în zona fertilă a Ierihonului ceea ce contează este controlul apei, la fel și aici, în Peru, civilizația incaşă s-a construit prin controlul sistemelor de irigații.

Un sistem vast de irigații întins pe cuprinsul unui imperiu necesită o puternică autoritate centrală. Așa au stat lucrurile în Mesopotamia. Așa și în Egipt. Și tot astfel au stat lucrurile în imperiul incaș. Ceea ce înseamnă că acest oraș și celelalte orașe din imperiu depindeau de o bază invizibilă de comunicare, prin care autoritatea era capabilă să fie prezentă și să se facă auzită pretutindeni, dând ordine dinspre și strângând informații către un centru determinat. Trei invenții au sprijinit această rețea a autorității: drumurile, podurile (indispensabile într-o țară cu un relief atât de accidentat) și mesajele. Ele ajungeau aici ca într-un centru de putere atunci când Marele Inca se afla în oraș, și plecau din partea lui spre toate colțurile imperiului. Aceste trei invenții sunt cele trei modalități prin care un oraș menține legătura cu celelalte și care,

dintr-odată, observăm că sunt atât de diferite aici.

Într-un mare imperiu, drumurile, podurile și mesajele sunt întotdeauna invenții avansate, deoarece dacă ele sunt distruse, atunci autoritatea este izolată și se prăbușește – în epoca modernă, ele sunt de obicei primele ținte ale unei revoluții. Și știm că incașii le acordau o mare atenție. Și totuși, pe drumuri nu circulau vehicule cu roți, sub poduri nu se aflau arce de susținere, iar mesajele nu erau scrise. Cultura incașilor nu descoperise aceste invenții în anul 1500 d.Hr. Aceasta deoarece civilizația din America a început cu câteva mii de ani mai târziu, și a fost cucerită înainte să descopere invențiile Lumii Vechi.

Pare foarte ciudat că unei arhitecturi care deplasa blocuri mari de piatră pentru construcții pe butuci i-a scăpat utilitatea roții; uităm însă că elementul de importanță capitală în privința roții îl reprezintă osia fixă. Pare de asemenea ciudat să construiești poduri suspendate și să îți scape utilitatea arcului. Și cel mai ciudat dintre toate pare faptul că o civilizație care ținea o evidență strictă

a informațiilor numerice nu o făcea în scris – Marele Inca era la fel de analfabet ca cel mai umil supus al său, sau ca aventurierul spaniol care l-a detronat.

Mesajele sub formă de date numerice îi parveneau Marelui Inca pe niște bucăți de sfoară numite *quipu*. Un astfel de *quipu* înregistrează doar numere (cu noduri aranjate asemenea sistemului nostru zecimal) și, în calitate de matematician, aș vrea tare mult să pot afirma cu tărie că numerele reprezintă o formă de simbolism la fel de uman și de bogat în informații ca și cuvintele; dar lucrurile nu stau așa. Numerele care descriau viața unui locuitor din Peru erau adunate pe un soi de cartelă perforată pe dos, o cartelă de computer Braille sub forma unor noduri pe o bucată de sfoară. Când acesta se căsătorea, bucata lui de sfoară era mutată în alt loc în mănunchiul gradelor de rudenie. Absolut tot ce se găsea în armatele, hambarele și depozitele incașilor era înregistrat pe aceste *quipu*. În realitate Peru era deja temuta metropolă a viitorului, memoria înmagazinată prin care un

imperiu notează acțiunile fiecărui cetățean, îl susține, îi repartizează sarcini de lucru și înregistrează totul, cât se poate de impersonal, sub formă numerică.

Imperiul incaș reprezenta o structură socială extrem de bine închegată. Fiecare își avea locul său; fiecare avea traiul asigurat; și fiecare – țăran, meșteșugar sau soldat – muncea pentru o singură persoană: Marele Inca. El era conducătorul civil al statului și tot el era întruchiparea religioasă a divinității. Meșterii-artizani care ciopleau cu devoțiune piatra pentru a reprezenta simbolul legăturii dintre soare și zeul-rege al soarelui, adică Marele Inca, lucrau pentru acesta.

Astfel, fatalmente, acest imperiu a fost unul nespus de fragil. În mai puțin de o sută de ani, începând cu anul 1438, incașii au cucerit aproape 5.000 de kilometri de coastă, aproape întregul teritoriu dintre Anzi și Oceanul Pacific. Și totuși, în 1532, un aventurier spaniol semianalfabet, Francisco Pizarro, a pătruns în Peru cu nu mai mult de 62 de cai formidabili și 106 pedestrași; și peste noapte a cucerit acest mare imperiu.

Cum anume? Retezând vârful piramidei – adică luându-l prizonier pe Marele Inca. Iar din acel moment, întregul imperiu a intrat în declin, iar orașele, frumoasele sale orașe, au căzut pradă jefuitorilor de aur și vulturilor.

Dar, desigur, un oraș înseamnă mai mult decât o autoritate centrală. Ce este, la urma urmelor, un oraș? Un oraș înseamnă oamenii care locuiesc în el. Un oraș este viu. Este o comunitate care trăiește de pe urma agriculturii, dar este atât de bogată față de un sat, încât își permite să întrețină orice fel de meșteșugar și să îl transforme într-un specialist pe viață.

Specialiștii au dispărut, iar munca lor a fost distrusă. Meșterii care au construit Machu Picchu – aurarul, arămarul, țesătorul, olarul – și-au văzut jefuite roadele muncii lor. Țesătura s-a degradat, bronzul a pierit, aurul a fost jefuit. Nu a mai rămas decât lucrul zidarilor, frumosul meșteșug al celor care au construit orașul – pentru că oamenii care au construit orașul nu au fost regii incași, ci meșterii lor. Dar, în mod firesc, când lucrezi pentru

Marele Inca (ca de altfel pentru orice angajator), gusturile sale dictează și nu poți veni cu invenții. Acești meșteri au lucrat până la sfârșitul imperiului cu grinzi; nu au inventat nicicând arcul. Aici avem măsura decalajului temporal între Lumea Nouă și Lumea Veche, deoarece în acest punct s-au aflat și grecii cu două mii de ani înainte, și tot aici s-au oprit și ei.

Paestum, în sudul Italiei, a fost o colonie grecească ale cărei temple sunt mai vechi decât Partenonul, datând cam din anul 500 î.Hr. Râul care o străbate s-a colmatat și este astăzi separat de mare prin albii de sare lipsite de viață. Dar este încă un sit de-a dreptul spectaculos. Deși orașul a fost prădat de pirații sarazini în secolul al IX-lea și de cruciați în secolul al XI-lea, ruinele sale reprezintă una dintre minunile arhitecturii grecești.

Paestum este contemporan cu începuturile matematicii grecești; Pitagora, aflat în exil, a predat matematica într-o altă colonie grecească din apropiere, la Crotona. La fel ca matematica peruviană de

peste două milenii, templele grecești erau construite conform liniei drepte și echerului. Nici grecii nu au inventat arcul, și astfel templele lor sunt ca niște bulevarde aglomerate de coloane. Par deschise când le vedem în chip de ruine, dar de fapt sunt monumente lipsite de perspectivă spațială. Și aceasta din pricina faptului că trebuiau să fie susținute pe întreaga întindere de grinzi individuale, și întinderea care poate fi suportată de o grindă dreaptă este limitată de rezistența grinzii.

Dacă ne imaginăm o grindă întinsă între două coloane, atunci o analiză computerizată ne va arăta cum tensiunile din grindă cresc pe măsură ce îndepărtăm coloanele una de alta. Cu cât este mai lungă grinda, cu atât mai mare este forța de compresie produsă de greutatea ei în capul coloanelor, și cu atât mai mare tensiunea produsă la baza coloanelor. Iar piatra nu suportă bine tensiunea; coloanele nu vor ceda, însă grinda se va rupe când tensiunea devine prea mare. Aceasta poate să cedeze în partea inferioară în condiţiile în care coloanele nu sunt suficient de apropiate între ele.

Grecii și-au demonstrat ingeniozitatea făcând în așa fel încât întreaga structură să fie mai ușoară prin folosirea, de exemplu, a două rânduri de coloane. Dar asemenea dispozitive erau doar improvizații; la nivel fundamental, limitele fizice ale pietrei nu aveau cum să fie depășite fără aportul unei noi invenții. De vreme ce grecii erau fascinați de geometrie, e lucru de mirare cum de nu și-au imaginat arcul. Însă realitatea este că arcul reprezintă o invenție inginerească și este de aşteptat să fie descoperirea unei culturi mai practice și mai plebee decât cea grecească sau cea peruviană.

Apeductul de la Segovia, în Spania, a fost construit de romani în jurul anului 100 d.Hr., sub domnia împăratului Traian. Acesta transportă apele din Rio Frio, care curge în înălțimile munţilor la 16 kilometri distanță. Apeductul traversează valea pe o lungime de circa 800 de metri, și este alcătuit din două rânduri ce cumulează peste 100 de arce semicirculare, din blocuri de granit fasonat, zidite fără var sau ciment. Proporțiile sale colosale i-au

impresionat atât de profund pe locuitorii spanioli și mauri din mult mai superstițioasele epoci ulterioare încât l-au denumit „El Puente del Diablo“, Podul Diavolului.

Și nouă astăzi această construcție ne pare uimitoare și extraordinar de disproporționată când o raportăm la scopul ei de bază: acela de a transporta apa. Dar facem astfel deoarece accesul nostru la apă se face prin deschiderea unui robinet, și părem a uita oarecum problemele universale ale civilizațiilor urbane. Fiecare cultură avansată care își concentrează cetățenii de înaltă calificare în orașe este dependentă de tipul de inventivitate și organizare exprimat prin apeductul de la Segovia.



11. Cercul a rămas baza arcului atunci când a intrat în producție de serie în țările arabe.
Marea moschee din Cordoba

Inițial, romanii nu au inventat arcul de piatră, ci l-au confecționat sub forma unei construcții cofrate, făcută dintr-un soi de beton. Din punct de vedere structural, arcul este pur și simplu o metodă de a extinde spațiul construit care nu încarcă centrul mai mult decât restul construcției; tensiunea este distribuită uniform în toate punctele

acesteia. Iar din acest motiv, arcul poate fi compus din bucăți: blocuri separate de piatră comprimate de greutatea susținută. Din acest punct de vedere, arcul reprezintă triumful metodei intelectuale, prin care natura este desfăcută în părți componente și părțile sunt reasamblate în combinații noi și mai eficace.

Romanii au construit mereu arcul sub formă de semicerc; dispuneau de o formă matematică cu funcționalitate dovedită și nu au simțit nevoia să experimenteze. Tot cercul a rămas baza arcului atunci când a intrat în producția de serie în țările arabe. Acest lucru se vede limpede din arhitectura religioasă oarecum solitară pe care au practicat-o maurii; cum ar fi, de pildă, marea moschee din Cordoba, tot în Spania, construită în anul 785 d.Hr., în urma cuceririi arabe. Este o structură mult mai spațioasă decât templul grecesc de la Paestum, și totuși s-a lovit de dificultăți tehnice similare: este la rândul ei încărcată cu zidărie, de care nu se poate scăpa în absența unei noi invenții.

Descoperirile teoretice cu consecințe radicale ne surprind simultan prin inedit și originalitate. Însă descoperirile practice, chiar și atunci când au un caracter revoluționar, adesea se înfățișează privirii într-o formă mai modestă, mai puțin memorabilă. Până la urmă, avea să se producă o inovație structurală care să învingă limitele arcului roman, provenită probabil din afara Europei, și care a sosit, inițial, aproape pe furiș. Inovația este reprezentată de o nouă formă a arcului, bazat nu pe forma circulară, ci pe cea ovală. Nu pare a fi o schimbare prea însemnată, și totuși efectul asupra modului de articulare al clădirilor este de-a dreptul spectaculos. Desigur, un arc ascuțit este mai înalt și astfel conferă mai mult spațiu și mai multă lumină clădirii. Dar, cu mult mai important, presiunea exercitată de arcul gotic face posibilă gestionarea spațiului într-un alt fel, ca în cazul catedralei din Reims. Greutatea este luată de pe ziduri, care pot fi astfel străpunse de vitralii, iar efectul net este acela că întreaga clădire atârnă ca o colivie suspendată de plafonul boltit.

Interiorul catedralei este deschis, deoarece scheletul ei se află în exterior.

John Ruskin descrie admirabil efectul arcului gotic:

> Clădirile egiptene și grecești, în marea lor majoritate, se menţin prin greutatea și masa proprie, un bloc de piatră sprijinindu-se pasiv peste un altul; dar în bolțile și ornamentațiile gotice se întâlneşte o anume rigiditate analoagă cu cea a oaselor unui membru, sau a fibrelor unui arbore; o tensiune elastică și o comunicare a forței dintr-o parte în alta, și de asemenea o expresie sârguincioasă a tuturor acestor lucruri în fiecare linie vizibilă a clădirii.

Dintre toate monumentele ridicate în onoarea cutezanței umane, nimic nu se ridică la înălțimea acestor turnuri încărcate de ornamente și vitralii care străpung lumina nordului Europei înainte de anul 1200. Construcția acestor monștri uriași și sfidători este o realizare uluitoare a capacității umane de anticipare – sau mai degrabă, s-ar cuveni să spunem, a intuiției umane, de vreme ce au fost construite înainte ca vreun matematician să știe cum să

calculeze forțele și sarcinile acestor catedrale. Desigur, acest demers nu a fost fără greșeală sau fără eșecuri de proporții. Dar ceea ce îl uimește cel mai profund pe un matematician în privința catedralelor gotice este acuitatea intuiției cuprinse în ele, felul armonios și rațional în care s-a progresat de la o structură la alta.

Catedralele au fost construite prin consensul cetățenilor de către zidari obișnuiți. Nu au aproape nici o legătură cu arhitectura de utilitate cotidiană a epocii, și totuși în ele improvizația devine, în orice moment, invenție. Sub aspect mecanic, proiectul a transformat arcul romanic semicircular în arc gotic, înalt și ascuțit, într-un asemenea mod încât tensiunea trece prin arc către exteriorul construcției. Iar apoi, în secolul al XII-lea, s-a produs transformarea revoluționară a arcelor gotice în fracțiuni de arc prin apariția arcului butant. Tensiunea trece prin arcul butant așa cum trece prin brațul meu atunci când ridic mâna și apăs zidul ca și cum l-aș sprijini – unde nu există tensiuni, nu este nevoie de zidărie. Acestei constatări realiste nu i s-a

adăugat nici un principiu arhitectonic până la inventarea oțelului și a construcțiilor din beton armat.

Ne-am putea închipui că meșterii care au proiectat aceste clădiri zvelte au fost pur și simplu îmbătați de felul nou în care puteau să poruncească forței ascunse din piatră. Altfel cum și-ar fi putut pune în gând să ridice bolți înalte de 40 și 50 de metri într-o vreme în care nu erau în stare să calculeze tensiunile și sarcinile? Ei bine, bolta înaltă de 50 de metri – la Beauvais, la mai puțin de 160 de kilometri de Reims – s-a prăbușit. Mai devreme sau mai târziu constructorii aveau vrând-nevrând să se confrunte cu un dezastru: există o limită fizică de mărime, chiar și în privința catedralelor. Iar când bolta s-a prăbușit la Beauvais în 1284, la câțiva ani după încheierea construcției, visul avântat al aventurii gotice s-a temperat: nicicând nu s-a mai încercat ridicarea unei construcții atât de înalte. (Proiectarea empirică se prea poate să fi fost cât se poate de sigură și aici; probabil însă că solul de la Beauvais nu a fost suficient de solid, și s-a deplasat sub catedrală.) Însă bolta de 40 de metri de la Reims

a rezistat. Și începând cu anul 1250, orașul Reims a devenit un centru al artelor pentru întreaga Europă.

Arcul, contrafortul și domul (un fel de arc în rotație) nu sunt ultimii pași făcuți de om pe calea modelării fibrei naturii în folosul său. Dar ce se găsește dincolo de ele posedă cu certitudine o fibră mai subtilă: omul trebuie acum să caute limitele materialului însuși. Este ca și cum arhitectura își mută accentul, în același moment ca și fizica, asupra nivelului microscopic al materiei. Într-adevăr, problema epocii moderne nu mai este aceea de a proiecta o structură din materiale, ci de a proiecta materialele pentru o structură.



12. Meșterii zidari purtau cu ei o trusă de unelte ușoare. Verticala era fixată cu firul cu plumb, iar orizontala, în absența nivelei cu bulă de aer, cu un fir cu plumb în combinație cu un unghi drept.
Zidari la lucru, secolul al XIII-lea

Meșterii zidari purtau în minte un cumul, nu atât de modele, cât de idei, care se îmbogățea prin experiență pe măsură ce treceau de la un șantier la altul. De asemenea purtau cu ei o trusă de unelte ușoare. Prin intermediul compasului însemnau formele ovale ale bolților și cele circulare ale rozaselor. Fixau punctele lor de intersecție cu etriere, pentru a le alinia și pentru a le stabili tipare repetabile. Verticala și orizontala erau definite cu teul, cum se făcea încă de pe vremea matematicii grecești, prin folosirea unghiului drept. Adică verticala era fixată cu firul cu plumb, iar orizontala, în absența nivelei cu bulă de aer, cu un fir cu plumb în combinație cu un unghi drept.

Constructorii itineranți formau o aristocrație intelectuală (precum ceasornicarii 500 de ani mai târziu) și puteau cutreiera Europa, siguri că vor fi bine primiți și vor găsi o slujbă; își spuneau francmasoni încă din secolul al XIV-lea. Meșteșugul pe care îl purtau în mâini și în minte le părea celorlalți atât un mister, cât și o tradiție, un fond secret de cunoștințe care ieșea din tiparele formalismului

sec al educației de amvon furnizate de universitățile vremii. Când meșteșugul francmasonilor a început să pălească în secolul al XVII-lea, au început să primească membri onorifici, cărora le plăcea să își închipuie că meșteșugul lor își avea obârșia în vremea piramidelor. Ceea ce nu era o legendă tocmai măgulitoare, de vreme ce piramidele au fost înălțate cu ajutorul unei geometrii mult mai primitive decât catedralele.

Totuși există ceva universal în viziunea geometrică. Dați-mi voie să îmi explic preocuparea pentru siturile arhitectonice remarcabile, așa cum este catedrala din Reims. Ce are de-a face arhitectura cu știința? Mai ales, ce are de-a face cu știința așa cum am ajuns s-o înțelegem la începutul secolului XX, când știința însemna doar numere: coeficientul de expansiune al acestui metal, sau frecvența acelui oscilator?

Adevărul este că astăzi, către sfârșitul secolului XX, concepția noastră despre știință s-a schimbat radical. Astăzi vedem știința ca o descriere și ca o explicație a structurilor implicite ale naturii; și

cuvinte precum *structură*, *tipar*, *plan*, *aranjament*, *arhitectură* apar constant în orice descriere pe care încercăm să o facem. Am avut norocul să trăiesc cu acești termeni de când mă știu, iar invocarea lor îmi face o mare plăcere: tipul de matematică pe care am practicat-o încă din copilărie este de natură geometrică. Totuși, nu mai este de mult o chestiune de gust personal sau profesional de vreme ce în zilele noastre aceasta este limba de zi cu zi a explicațiilor științifice. Vorbim despre felul în care se formează cristalele, despre felul în care atomii sunt alcătuiți din părți componente – și, mai presus de toate, vorbim despre felul în care moleculele vii sunt alcătuite din părți componente. Structura în spirală a ADN-ului a devenit cea mai însuflețită imagine a științei din ultimii ani. Și acest tip de reprezentare prinde viață în aceste arce de catedrală.

Ce anume au înfăptuit oamenii care au zidit această clădire şi altele asemănătoare ei? Au luat o movilă de blocuri inerte de piatră, și au făcut din ele nici mai mult nici mai puțin decât o catedrală, prin exploatarea forțelor naturale ale gravitației, a

felului în care piatra se așază natural în planul de stratificație, și a unor invenții strălucite precum arcul butant, arcul frânt și altele. Acești meșteri au creat o structură, născută dintr-o analiză a naturii și desăvârșită ca o superbă sinteză a acesteia. Genul de persoană care este interesată de arhitectura naturii în zilele noastre este același gen de persoană cu cei care au creat această arhitectură acum mai bine de 800 de ani. Dintre darurile care îl fac pe om unic în rândul celorlalte creaturi se remarcă unul ce se manifestă în toate aceste cazuri: imensa lui plăcere de a-și exersa și de a-și perfecționa abilitățile.

Un clișeu răspândit în filozofie spune că știința este analiză pură sau reducționism, ca și cum am descompune curcubeul în culorile componente; iar arta este sinteză pură, adică strângerea laolaltă a fragmentelor curcubeului. Lucrurile nu stau chiar așa. Imaginația însăși începe prin analiza naturii. Michelangelo a afirmat-o cu foarte multă însuflețire, în mod implicit, prin sculpturile sale (mai ales prin

sculpturile pe care nu le-a finisat), și a afirmat-o și explicit prin sonetele dedicate actului creației.

Când ce-i divin în noi încearcă
A dăltui un chip, e-n mână mintea vie
Ce, printr-un model firav, parcă-nvie
Piatra cu libera vigoare sădită-n artă.[4]

4. Sonetul lui Michelangelo *Se ben concetto* nu se află printre cele traduse în limba română de C.D. Zeletin. Traducerea ne aparține (n. tr.).

„E-n mână mintea vie“: materialul se exprimă cu ajutorul mâinii și astfel prefigurează conturul operei care apare în minte. Sculptorul, la fel ca meșterul zidar, caută cu înfrigurare forma în natură, și pentru el ea există deja acolo. Acest principiu este constant.

Artistul genial un gând nu are
ca marmura în ea (să) nu-l încapă
cu prisosință! Drum spre el își sapă
doar mâna ce dă minții ascultare.[5]

5. Michelangelo, *Sonete*, trad. rom. C.D. Zeletin, Editura pentru Literatură

Universală, Bucureşti, 1964, Sonet XV (n. tr.).'

Când Michelangelo a ajuns să sculpteze capul lui Brutus, marmura îi era adusă din carieră de alții. Dar Michelangelo însuși a început ca pietrar la Carrara, și simțea că ciocanul din mâinile pietrarilor, ca și al lui, căuta pe dibuite în piatră o formă care se găsea deja acolo.

Astăzi pietrarii de la Carrara lucrează pentru sculptorii moderni care vin aici: Marino Marini, Jacques Lipchitz și Henry Moore. Descrierile lucrărilor lor nu sunt la fel de poetice precum cele ale lui Michelangelo, dar poartă în ele același sentiment. Gândurile lui Henry Moore sunt extrem de potrivite în context, deoarece aduc vorba de primul geniu de la Carrara.

> La început, ca tânăr sculptor, nu mi-am putut permite piatră la costuri ridicate, și îmi făceam rost de material colindând carierele în căutarea a ceea ce se numea „un bloc la întâmplare“. A trebuit apoi să gândesc cum probabil trebuie să o fi făcut și Michelangelo, astfel încât era nevoie de timp în așteptarea unei idei care să se

potrivească formei pietrei, ideea care se întrezărea în blocul de piatră.

Desigur, nu este adevărat în sens literal că ceea ce sculptorul își imaginează și cioplește se găsește deja acolo, ascuns în blocul de piatră. Și totuși această metaforă spune adevărul în ceea ce privește relația de descoperire care există între om și natură; și este semnificativ că filozofii ştiinţei (Leibniz, în mod deosebit) au recurs la aceeași metaforă a minții îmboldite de o vână în blocul de marmură. Într-un sens anume, toate lucrurile pe care le descoperim sunt deja acolo dinainte: o siluetă sculptată și legea naturii sunt amândouă ascunse în materialul brut. Și dintr-un alt punct de vedere, ceea ce descoperă un om este descoperirea *lui*; nu ar îmbrăca chiar aceeași formă în mâinile altcuiva – nici silueta sculptată şi nici legea naturală nu ar ieși la iveală în exemplare identice dacă ar fi rodul a două minți diferite din două epoci diferite. Descoperirea este o relație dublă a analizei și a sintezei puse laolaltă. Ca analiză, descoperirea sondează realitatea; iar apoi, ca sinteză, aduce laolaltă părțile

componente într-o formă prin care mintea creatoare transcende limitele seci, scheletul gol pe care natura îl pune la dispoziție.

Sculptura este o artă senzuală. (Eschimoșii cioplesc niște minisculpturi care nici măcar nu au menirea de a fi văzute, ci aceea de a fi ținute în mână.) De aceea pare ciudat că mi-am ales ca model pentru știință, care de obicei este percepută ca o activitate abstractă și rece, acțiunile calde și fizice ale sculpturii și arhitecturii. Și totuși alăturarea este potrivită. Trebuie să înțelegem că lumea poate fi percepută doar prin acțiune, nu prin contemplare. Mâna este mai importantă decât ochiul. Noi nu aparţinem acelor civilizații resemnate și contemplative din Orientul Îndepărtat sau din Evul Mediu, care au crezut că lumea trebuie doar văzută și gândită și care nu au practicat știința într-o formă care să ne fie caracteristică nouă. Noi suntem activi; și ştim cu certitudine, ca pe ceva ce nu este doar un accident simbolic în evoluția omului, că mâna este cea care determină evoluția ulterioară a minții. Descoperim astăzi unelte făcute de mâna omului înainte

ca acesta să devină om. Benjamin Franklin, în 1778, a numit omul un „animal făuritor de unelte“, și definiția este corectă.

Am descris mâna atunci când manevrează o unealtă ca pe un instrument al descoperirii; este chiar tema eseului de față. Observăm acest lucru de fiecare dată când un copil învață să împreuneze mâna cu unealta: să-și lege șireturile, să împungă cu acul, să înalțe un zmeu sau să cânte la un flajolet. Odată cu activitatea practică se mai întâmplă ceva, și anume descoperirea plăcerii în efectuarea acțiunii de dragul ei înseși – în abilitatea pe care omul și-o perfecționează pentru că îi place să și-o perfecționeze. Această plăcere este fundamental responsabilă pentru orice operă de artă, ca și pentru orice descoperire științifică: este încântarea poetică pe care o resimțim atunci când facem lucruri pentru că putem. Lucrul cel mai captivant în această privință este că uzul poetic are în cele din urmă rezultatele cele mai profunde. Încă din preistorie omul și-a făurit unelte care aveau muchia mai fină decât avea el nevoie. Muchia mai fină, la

rândul ei, i-a conferit uneltei o întrebuințare mai precisă, un rafinament practic și o extindere spre activități pentru care unealta nu fusese proiectată.

Henry Moore și-a intitulat sculptura *Muchie de cuțit*. Mâna este muchia tăioasă a minții. Civilizația nu este o colecție de artefacte desăvârșite, ci elaborarea unei serii de procese. În cele din urmă, marșul spre civilizație al omului este totuna cu rafinamentul mâinii în acțiune.

Cel mai puternic imbold în ascensiunea omului îl reprezintă plăcerea pe care i-o procură abilitățile sale. Omului îi place să facă lucrurile pe care le face bine și, odată făcute bine, îi place să le facă și mai bine. Acest lucru se vede limpede în știință. Se vede în splendoarea sculpturilor și construcțiilor sale, în atenția afectuoasă, veselia și temeritatea pe care le pune în toate lucrările sale. Se presupune că monumentele comemorează regi și religii, eroi și dogme, dar în cele din urmă omul comemorat prin ele este cel care le-a construit.

Astfel marea arhitectură a templelor tuturor civilizațiilor exprimă identificarea individului cu specia umană. Dacă am numi-o cult al strămoșilor, aşa cum este în China, ar îngusta perspectiva. Esențialmente, monumentul le vorbește celor vii în numele celor dispăruţi, și astfel stabilește un sentiment de permanență, care este caracteristic opticii umane: anume conceptul că viața omenească formează o continuitate care transcende şi în acelaşi timp pătrunde individul. Bărbatul înmormântat călare pe cal sau venerat în corabia funerară de la Sutton Hoo devine, în monumentele de piatră ale epocilor de mai târziu, un purtător de cuvânt al credinței că există o entitate numită umanitate, ai cărei reprezentanți suntem cu toții – în viață și în moarte.

Nu aș putea încheia eseul de față fără să mă îndrept către monumentele mele favorite, construite de un om înzestrat cu tot atât de multe echipamente științifice ca un meșter zidar din epoca goticului. Este vorba de Turnurile Watts din Los Angeles, construite de un italian pe nume Simon Rodia. El a

venit din Italia în Statele Unite la vârsta de 12 ani. Iar apoi, la vârsta de 42 de ani, după ce a lucrat ca țiglar și meșter constructor, s-a hotărât subit să construiască, în grădina casei sale, structuri impresionante din plasă de sârmă, bucăți de traverse de cale ferată, bare de oțel, ciment, cochilii de scoici, cioburi de sticlă, și bineînțeles țigle – orice materiale pe care le-ar fi putut găsi sau pe care i le-ar fi putut aduce copiii vecinilor. A avut nevoie de 33 de ani ca să le construiască. Și nu a avut pe nimeni care să îl ajute deoarece, spune chiar el, „în cea mai mare parte a timpului n-aveam nici eu habar ce-o să fac“. Le-a definitivat în 1954, dată la care avea vârsta de 75 de ani. A lăsat casa, grădina și turnurile unui vecin, și pur și simplu s-a mutat de acolo.

„Mi-am pus în minte să construiesc ceva de mari dimensiuni“, a spus Simon Rodia, „și așa am și făcut. Trebuie să fii ori foarte priceput, ori foarte nepriceput ca să-și amintească lumea de tine“. Meșteșugul ingineresc l-a deprins pe parcurs, construind și făcându-i plăcere să construiască. Desigur, Inspectoratul Municipal pentru Construcții a hotărât că

turnurile sunt nesigure, iar în 1959 le-au supus la o serie de teste. Au încercat să dărâme unul dintre turnuri. Îmi face plăcere să pot spune că au eșuat. Așa că Turnurile Watts au supraviețuit, rod al muncii mâinilor lui Simon Rodia, ca monument al secolului XX care să ne poarte înapoi în trecut către abilitatea simplă, fundamentală și încântătoare din care s-au născut toate cunoștințele noastre despre legile mecanicii.

Unealta cu care se prelungește mâna omului este de asemenea un instrument vizionar. Ea dezvăluie structura lucrurilor și face posibilă reunirea lor în combinații noi și pline de imaginație. Dar, desigur, structura vizibilă nu este singura structură a lumii. Există dincolo de ea o structură mai subtilă. Iar pasul următor al ascensiunii omului îl reprezintă descoperirea unei unelte cu care să își deschidă drum către structura invizibilă a materiei.

Capitolul 4
STRUCTURA ASCUNSĂ

Fierarul numai dacă-n foc supune
Metalul zgrunțuros, o formă-i scoate,
Nici aurului un artist nu poate
Lipsit de foc să-i dea perfecțiune.
Și eu, asemenea Păsării-Minune
Ce trebuí din flăcări să înoate,
Sper să renasc prin foc mai viu ca toate.[6]

6. Michelangelo, *Sonete*, trad. rom. C.D. Zeletin, Editura Pentru Literatură Universală, Bucureşti, 1964 (n. tr.).

Michelangelo, Sonetul LIX

Ce se înfăptuiește prin foc se cheamă alchimie, fie că se face în cuptor sau pe plita de bucătărie.

Paracelsus

Există un mare mister și o puternică fascinație în privinţa relației omului cu focul, singurul dintre cele patru elemente din filozofia grecilor în care nu poate locui nici o creatură (nici măcar salamandra). Știința fizică modernă este extrem de preocupată de structura invizibilă a materiei, iar calea cercetărilor în acest domeniu a fost mai întâi deschisă de instrumentul precis al focului. Deși această metodă analitică a început cu câteva mii de ani în urmă în cadrul unor procese practice (extragerea sării și a metalelor, de pildă), ea a fost cu siguranţă declanșată de aerul de magie pe care îl degajă focul: sentimentul alchimic că substanțele pot fi modificate în moduri imprevizibile. Aceasta este calitatea fecundă ce pare să facă din foc o sursă de viață și un lucru viu care ne poartă într-o altă lume ascunsă în lumea materială. Multe rețete străvechi exprimă acest lucru.

> Substanța zisă cinabru este de aşa natură încât sublimările ei sunt mai splendide cu cât este încălzită mai

intens. Cinabrul se va pre-schimba în mercur și, trecând printr-un șir de alte sublimări, se transformă din nou în cinabru, și permite astfel omului să se bucure de viața veșnică.

Acesta este experimentul cu care alchimiștii din Evul Mediu își impresionau asistența, din China până în Spania. Ei luau pigmentul roșu numit cinabru, care este o sulfură de mercur, și îl încălzeau. Căldura risipește sulful și lasă în urmă o perlă splendidă din mercur, misteriosul metal lichid de culoare argintie, producând uimire și respect celui care comanda experimentul. Când mercurul este încălzit în aer, se oxidează și nu devine cinabru din nou (așa cum se credea în rețetă), ci un oxid al mercurului care este de asemenea roșu. Totuși rețeta nu se înșela întru totul; oxidul poate fi transformat din nou în mercur, roșul în argintiu, iar mercurul în oxid, argintiul în roșu, totul ca urmare a acțiunii căldurii.

Acest experiment nu prezintă o importanță în sine, deși, întâmplător, sulful și mercurul sunt cele două elemente din care alchimiștii de dinainte de anul 1500 d.Hr. credeau

că este alcătuit universul. Dar el ne arată un lucru important, şi anume că focul a fost dintotdeauna privit nu ca elementul care distruge, ci ca element transformator. Aceasta a fost mereu magia focului.

Îmi amintesc de o lungă discuție pe care am avut-o într-o seară cu Aldous Huxley, care își ținea mâinile albe deasupra unui foc, spunându-mi: „Acesta este lucrul care transformă. Și acestea sunt legendele care ne-o arată. Mai presus de toate, legenda Phoenixului, care renaște din foc, și care trăiește iar și iar, din generație în generație". Focul este imaginea tinereții și a sângelui, culoarea simbolică a rubinului și a cinabrului, ca și a ocrului și hematitului cu care oamenii își vopseau ceremonial fețele. Când, în mitologia greacă, Prometeu le-a adus oamenilor focul, el le-a dat viață și i-a preschimbat în semizei – de aceea zeii l-au pedepsit pe Prometeu.

Dintr-un punct de vedere mai practic, credem că focul îi este cunoscut omului de circa 400.000 de ani. Ceea ce înseamnă că focul îi era deja cunoscut lui *Homo erectus*; după cum am subliniat, focul se găsea cu

siguranță în peșterile locuite de omul de Peking. Din acest moment înainte, fiecare cultură a folosit focul, deși nu putem ști cu siguranță dacă toți cei care îl foloseau știau să îl și aprindă; în perioada istorică, s-a descoperit un trib (pigmeii din pădurile tropicale de pe Insulele Andaman, la sud de Birmania) care păzea cu mare grijă focuri spontane deoarece nu poseda nici o tehnică de aprins focul.

În general, culturi diferite au utilizat focul în aceleași scopuri: pentru încălzire, pentru ținerea la distanță a prădătorilor și curățarea terenului împădurit, ca și pentru obținerea transformărilor simple din viața de zi cu zi, precum gătitul, uscarea și călirea lemnului, încălzitul și despicatul pietrelor. Dar cu siguranță marea transformare care a dat contur civilizației noastre are implicații mai profunde: este vorba de utilizarea focului pentru a scoate la iveală o nouă categorie de materiale: metalele. Acest moment este un însemnat pas tehnic, un salt enorm în ascensiunea omului, comparabil ca importanță cu făurirea uneltelor de piatră. De ce? Pentru că prin foc omul a descoperit o unealtă

mai subtilă cu care să desfacă materia în bucăți. Fizica este cuțitul care despică fibra naturii; focul, sabia de flacără, este cuțitul care pătrunde dincolo de structura vizibilă, adânc, în piatră.

Acum aproape 10.000 de ani, la scurt timp după apariția primelor comunități sedentare de agricultori, locuitorii Orientului Mijlociu au început să utilizeze cuprul. Dar folosirea metalelor nu s-a putut generaliza până nu s-a descoperit un proces sistematic de obținere a lor. Este vorba despre extragerea metalelor din zăcăminte, care știm astăzi că a început acum circa 7.000 de ani, în jurul anului 5000 î.Hr., în Persia și Afganistan. În acele timpuri, oamenii puneau încrezători în foc piatra verde de malachit, și din ea curgea metalul roșu, cuprul – din fericire, cuprul este eliberat din zăcământ la o temperatură modestă. Puteau recunoaște ușor cuprul deoarece acesta se găsește uneori sub formă de bulgări la suprafață, iar sub această formă fusese deja prelucrat de peste două mii de ani.

Și în Lumea Nouă se folosea cuprul, unde era prelucrat prin topire încă

din vremea lui Hristos, dar lucrurile s-au oprit aici. Numai Lumea Veche a mers mai departe, făcând din metal coloana vertebrală a vieții civilizate. Dintr-odată, gradul de control al omului asupra naturii a crescut considerabil. Avea acum la dispoziție un material care poate fi modelat, întins, bătut cu ciocanul, turnat în diferite forme; un material din care să facă o unealtă, o podoabă, un vas; și care poate fi aruncat înapoi în foc pentru a i se da o altă înfățișare. Acest material are însă un singur neajuns: cuprul este un metal moale. De îndată ce este supus unei tensiuni, cum ar fi întinderea sub forma unui fir de sârmă, el începe să cedeze. Aceasta se întâmplă pentru că, la fel ca orice metal, cuprul pur este alcătuit din straturi de cristale. În aceste straturi de cristale, fiecare dintre ele semănând cu o placă ai cărei atomi sunt dispuşi într-o reţea, sunt cele care se desprind unele de altele până când în cele din urmă cedează. Când sârma de cupru începe să se subțieze (adică, să slăbească în rezistență) nu se întâmplă din pricina tensiunii, ci mai degrabă din pricina desprinderii straturilor de cristale din interior.

Desigur, arămarul nu gândea astfel în urmă cu 6.000 de ani. El se confrunta cu o problemă serioasă, și anume imposibilitatea de a-i da cuprului o muchie tăioasă. Pentru o scurtă perioadă de timp, ascensiunea omului s-a oprit în așteptarea următorului pas: obţinerea unui metal dur cu o muchie tăioasă. Dacă pare că dăm prea multă importanţă unui progres tehnic, se întâmplă pentru că, din punctul de vedere al descoperirii, următorul pas este paradoxal și, deopotrivă, minunat.

Dacă ne imaginăm următorul pas în termeni moderni, ceea ce trebuia făcut era extrem de clar. Știm că, sub formă de metal pur, cuprul este moale deoarece cristalele din care este alcătuit sunt dispuse sub forma unor plane paralele care se desprind cu ușurință unele de altele. (El poate fi întărit întru câtva prin ciocănire, pentru a sfărâma cristalele mari și a le conferi duritate.) Putem deduce că dacă am putea construi o structură granulară la nivelul cristalelor, aceasta ar împiedica alunecarea planelor și ar întări metalul. Desigur, la scara structurii fine pe care o

descriu, o configurație granulară trebuie să presupună un tip diferit de atomi care înlocuiesc unii atomi de cupru din cristale. Trebuie să creăm un aliaj ale cărui cristale să fie mai rigide, deoarece atomii din ele nu sunt toți de același tip.

Așa stau lucrurile din perspectivă modernă; abia în ultimii 50 de ani am ajuns să înțelegem că proprietățile speciale ale aliajelor derivă din structura lor atomică. Și totuși, din întâmplare sau prin experiment, topitorii de metale din vechime au descoperit răspunsul precis: şi anume că atunci când cuprului îi adaugi un metal și mai moale, cositorul, obții un aliaj care este mai tare și mai durabil decât oricare dintre ele: bronzul. Probabil șansa a făcut ca zăcămintele de cositor din Lumea Veche să se găsească laolaltă cu cele de cupru. De reținut este că aproape orice material în stare pură este slab, iar prezenţa mai multor impurități este de ajuns pentru a-l întări. Efectul cositorului nu reprezintă o funcție unică, ci una generală: adaugă materialului pur un soi de granulație atomică – adică puncte de duritate diferită care aderă

la rețelele de cristale și le împiedică să se desprindă unele de altele.

M-am străduit să descriu originea bronzului în limbaj științific deoarece acest metal este o descoperire minunată. El este un lucru minunat și pentru că reprezintă o revelație a potențialului pe care îl posedă și îl evocă un nou proces tehnologic pentru cei care îl mânuiesc. Prelucrarea bronzului și-a găsit exprimarea cea mai rafinată în China. Aliajul a ajuns în China aproape cu certitudine din Orientul Mijlociu, unde bronzul a fost descoperit în jurul anului 3800 î.Hr. Perioada de vârf a bronzului în China coincide cu începuturile civilizației chineze așa cum o concepem astăzi: adică cu dinastia Shang, înainte de anul 1500 î.Hr.

Dinastia Shang a domnit asupra unui grup de domenii feudale aflate în valea Fluviului Galben, și a creat pentru prima dată în China un stat și o cultură unitare. Aceasta a fost o perioadă formativă din toate punctele de vedere, când s-a dezvoltat meșteșugul ceramicii şi scrierea s-a standardizat. (Caligrafia este cu

adevărat senzațională atât pe obiectele de ceramică, cât și pe cele din bronz.) Bronzurile din perioada de vârf au fost lucrate cu o atenție pentru detaliu specific orientală, care este ea însăși fascinantă.

Chinezii confecționau matrița de turnare a obiectelor din bronz din benzi înfășurate în jurul unui miez de ceramică. Și pentru că unele dintre aceste benzi s-au păstrat, știm astăzi cum se desfășura procesul. Putem reconstitui pregătirea miezului de turnare, incizarea tiparului, și în special inscripționarea benzilor formate pe miezul de turnare. Astfel, benzile alcătuiau un tipar exterior din ceramică, care se ardea în foc astfel încât să capete duritate suficientă pentru a face față metalului încins. Putem reconstitui până și pregătirea tradițională a bronzului. Proporțiile de cupru și cositor utilizate de chinezi sunt relativ exacte. Bronzul poate fi obținut din aproape orice proporție între, să spunem, 5 și 20 de procente cositor care se adaugă cuprului. Dar cele mai reușite bronzuri din perioada Shang sunt menținute la 15 procente cositor, iar în cazul lor acuratețea turnării

este desăvârșită. La o asemenea proporție, bronzul este de aproape trei ori mai dur decât cuprul.

Bronzurile din perioada Shang sunt obiecte ceremoniale, cu destinație religioasă. Ele exprimă pentru civilizația chineză un cult monumental, care în Europa aceluiași moment istoric era reprezentat de construirea sanctuarului de la Stonehenge. Din acest moment, bronzul devine un material adecvat oricărui scop, un fel de plastic al epocii. El posedă această calitate universală, indiferent de locul unde se găsește, în Europa sau în Asia.

Dar când meșteșugul chinezesc își atinge apogeul, bronzul ajunge să exprime ceva mai mult. Încântarea provocată de aceste piese chinezești, vase pentru vin și pentru mâncare – în parte ludice, în parte divine – este datorată faptului că ele țin de o artă care se dezvoltă spontan din propria ei îndemânare tehnică. Meșterul este stăpânit și călăuzit de material; forma și suprafața proiectului conceput decurg din procesul de prelucrare. Frumusețea pe care o creează, măiestria pe care o comunică provin

amândouă din devotamentul față de meșteșugul său.

Conținutul științific al acestor tehnici clasice este extrem de precis. Odată cu descoperirea că focul topește metalele vine, cu timpul, și descoperirea mai subtilă că tot focul le poate contopi pentru a da naștere unui aliaj cu proprietăți noi. Acest lucru este valabil pentru fier așa cum este pentru cupru. Într-adevăr, paralela între aceste două metale se susține pas cu pas pe parcursul procesului tehnologic. Și fierul a fost întrebuințat mai întâi în forma sa naturală; fierul brut ajunge pe suprafața pământului sub formă de meteoriți, și din acest motiv sumerienii l-au numit „metal din ceruri“. Când mai târziu minereul de fier a fost topit, metalul a fost recunoscut deoarece fusese folosit anterior. Indienii nord-americani au utilizat și ei fierul meteoric, dar nu au reușit niciodată să topească minereul.

Deoarece fierul este mult mai dificil de extras din minereu decât cuprul, topirea lui este, desigur, o descoperire de dată mai târzie. Prima dovadă certă privind utilizarea sa practică o

reprezintă un fragment de unealtă, înțepenit în zidul uneia dintre piramide; de aici putem deduce o dată anterioară anului 2500 î.Hr. Dar utilizarea pe scară largă a fierului a fost cu adevărat inițiată de hitiți în regiunea Mării Negre în jurul anului 1500 î.Hr. – într-o perioadă contemporană cu splendidele bronzuri chinezești și cu sanctuarul de la Stonehenge.

Așa cum cuprul se maturizează prin aliajul său, la fel face și fierul prin aliajul său: oțelul. În doar 500 de ani, prin anul 1000 î.Hr., oțelul ajunge să fie fabricat în India, iar diversele proprietăți speciale ale oțelului încep să fie cunoscute. Totuși, oțelul a rămas un material special și într-o oarecare măsură rar, destinat unei utilizări limitate până aproape de timpurile moderne. Cu numai 200 de ani în urmă, industria oțelului din Sheffield era încă înapoiată și nesemnificativă, iar quakerul Benjamin Huntsman, vrând să confecționeze un arc de ceas de mare precizie, a trebuit să devină siderurgist și să descopere cum să își fabrice propriul oțel.

Deoarece m-am îndreptat spre Extremul Orient pentru a vorbi despre perfecțiunea bronzurilor sale, voi lua încă un exemplu oriental de tehnici prin care se obțin proprietățile speciale ale oțelului. În opinia mea, ele ating punctul culminant în confecționarea săbiilor japoneze, care s-au fabricat într-o formă sau alta începând cu anul 800 d.Hr. Făurirea unei săbii, la fel ca întreaga metalurgie din vechime, este învăluită în ritual, din motive cât se poate de clare. Atunci când nu dispui de o limbă scrisă, când nu deții nimic care să semene cât de cât cu o formulă chimică, trebuie să ai un ceremonial precis care să stabilească ordinea operațiunilor în așa fel încât să fie exacte și ușor de reținut.

În felul acesta are loc un fel de punere a mâinilor, o succesiune apostolică, prin care o generație binecuvântează și înmânează materialele meșteșugului următoarei generații, apoi binecuvântează focul și pe făuritorul de săbii. Meșterul care confecționează aceste săbii deține titlul de „Monument cultural viu“, decernat în mod formal de guvernul japonez principalilor maeştri în

vechile arte. Numele lui este Getsu. Și într-un sens formal, el este prin meșteșugul lui un descendent direct al făuritorului de săbii Masamune, care a desăvârșit procesul de fabricație în secolul al XIII-lea pentru a-i respinge pe invadatorii mongoli. Sau cel puțin așa susține tradiția; cu siguranță, în acea epocă mongolii au încercat în repetate rânduri să invadeze Japonia din China, sub comanda nepotului lui Ginghis-Han, faimosul Kublai-Han.

Fierul este o descoperire de dată mai târzie față de cupru, deoarece în fiecare fază a prelucrării necesită mai multă căldură: în topire, în modelare și, firește, în prelucrarea aliajului său, oțelul. (Punctul de topire al fierului este la aproximativ 1500° C, cu aproape 500° C mai ridicat decât cel al cuprului.) În ceea ce privește tratamentul termic, cât și ca răspuns al metalului la elementele adăugate, oțelul este un material infinit mai sensibil decât bronzul. În oțel, fierul se aliază cu un procent redus de carbon, de obicei mai mic de 1%, iar variațiile acestui procent de carbon determină proprietățile definitorii ale oțelului.

Procesul de fabricație a sabiei reflectă controlul delicat al conținutului de carbon și al tratamentului termic prin care un obiect de oțel ajunge să își îndeplinească perfect funcția. Nici prelucrarea lingoului de oțel nu este simplă, deoarece o sabie trebuie să combine două proprietăți diferite și incompatibile ale materialelor. Trebuie să fie flexibilă și în același timp dură. Acestea nu sunt proprietăți care să se poată imprima unui material dacă nu este alcătuit din straturi. Pentru a obține aceste proprietăți, lingoul de oțel este retezat și apoi dublat în mod repetat, pentru a se obține o multitudine de suprafețe interioare. Sabia pe care o confecționează Getsu necesită dublarea lingoului de nu mai puțin de 15 ori. Aceasta înseamnă că numărul straturilor de oțel va fi 2^{15}, ceea ce depășește numărul de 30.000 de straturi. Fiecare strat trebuie să adere la următorul, care posedă o proprietate diferită. Este ca și cum am încerca să combinăm flexibilitatea cauciucului cu duritatea sticlei. Sabia, în esență, este un imens sandvici care combină aceste două proprietăți.

În ultima etapă de prelucrare, sabia este acoperită cu lut de diferite grosimi, pentru ca atunci când este încălzită și apoi introdusă în apă să se răcească diferențiat. Temperatura oțelului în acest moment final trebuie apreciată exact, iar într-o civilizație în care lucrul acesta nu se face printr-o măsurătoare, „există practica de a urmări încălzirea sabiei până ce aceasta strălucește în culoarea soarelui de dimineață“. În apărarea meșterului, s-ar cuveni să adaug că aceste indicații de culoare erau folosite tradițional și în siderurgia europeană: până târziu, în secolul al XVIII-lea, momentul corect de călire a oțelului era atunci când căpăta culoarea galben-pai, sau purpurie, sau albastră, în funcție de utilizarea care i-a fost destinată inițial.

Punctul culminant, nu atât din punct de vedere dramatic cât chimic, este reprezentat de procesul de călire, care conferă duritate sabiei și îi stabilizează diferitele proprietăți căpătate. Forme și mărimi diferite de cristale sunt produse ca urmare a momentelor diferite de răcire: cristale mari și netede în miezul flexibil al sabiei, și cristale mici cu

formă neregulată în tăișul sabiei. Cele două proprietăți, a cauciucului și a sticlei, se contopesc în cele din urmă în sabia finisată. Aceste proprietăți se dezvăluie prin felul în care arată suprafața sabiei: un luciu ca de tafta pe care japonezii pun mare preț. Dar testul sabiei, testul practicii tehnice, ca și testul teoriei științifice, stă în întrebarea „Își face cu adevărat treaba?“ Poate tăia părți din corpul omenesc după tiparele formale cerute de ritual? Tăieturile tradiționale sunt însemnate cu tot atâta grijă ca și porționarea cărnii de vită într-o diagramă dintr-o carte de bucate: „Tăietura numărul doi: O-jo-dan“. În zilele noastre, simularea corpului omenesc se face prin baloți de paie. Dar în trecut, o sabie nouă era testată direct, fiind folosită la executarea unui condamnat.

Sabia este arma samurailor. Cu ajutorul ei, aceştia au supraviețuit nesfârșitelor războaie civile care au divizat Japonia începând cu secolul al XII-lea. Samuraii sunt în întregime rezultatul prelucrării migăloase a metalelor: armura flexibilă confecționată din fâșii de oțel, harnașamentul cailor și scările de

încălecat. Și totuși samuraii nu erau în stare să își făurească singuri toate aceste obiecte. Precum războinicii călare ai altor civilizații, ei se impuneau prin forță și depindeau, chiar și în privința echipamentului militar, de meșteșugul sătenilor pe care, în mod alternativ, îi apărau și îi jefuiau. În cele din urmă, samuraii au devenit un soi de mercenari plătiți care își vindeau serviciile pentru aur.

Înțelegerea pe care o avem cu privire la felul în care lumea materială este alcătuită din elementele sale se trage din două surse. Una, pe care am urmărit-o deja, este dezvoltarea tehnicilor de producere și aliere a metalelor utile. Cealaltă este alchimia, ce are un caracter diferit. Este o disciplină de mică amploare, nu vizează întrebuințări cotidiene și conține un corpus substanțial de teorii speculative. Din motive indirecte dar nicidecum accidentale, alchimia s-a ocupat intens de un alt metal, aurul, care este practic lipsit de utilitate. Totuși aurul a fascinat într-atât societățile omenești, încât ar fi aproape o perversitate din partea

mea dacă nu aș încerca să identific proprietățile care i-au conferit puterea simbolică de care a ajuns să se bucure.

Aurul este recompensa universală în toate țările, în toate culturile şi în toate epocile. O colecție reprezentativă de artefacte din aur echivalează cu o cronică a civilizațiilor. Rozariu de aur emailat, secolul al XVI-lea, Anglia. Broșă de aur în formă de șarpe, 400 î.Hr., Grecia. Coroana triplă de aur a lui Abuna, secolul al XVII-lea, Abisinia. Brățară de aur în formă de șarpe, Roma antică. Vase rituale din aurul Ahemenizilor, secolul al VI-lea î.Hr., Persia. Cupă de băut din aur Malik, secolul al VIII-lea î.Hr., Persia. Capete de taur din aur... Cuțit ceremonial din aur, Cimu, perioada preincaşă, Peru, secolul al IX-lea...

Solniță sculptată din aur, Benvenuto Cellini, figurine de secol XVI, lucrate pentru regele Francisc I. Cellini își amintește cum a reacționat augustul său patron la primirea acestora:

> Când am depus această lucrare în fața regelui, surprinderea i-a tăiat răsuflarea și nu și-a mai putut dezlipi

> ochii de pe ea. A strigat apoi, plin de uimire: „Aceasta este de o sută de ori mai cerească decât mi-aș fi putut închipui. Ce lucru minunat este omul!“

Spaniolii au jefuit regatul Peru pentru aurul de aici, pe care aristocrații incași îl colecționau cum am colecționa noi mărci poștale, parcă prin atingerea regelui Midas. Aur pentru lăcomie, aur pentru splendoare, aur pentru podoabe, aur pentru adorație, aur pentru putere, aur pentru sacrificii, aur dătător de viață, aur pentru tandrețe, aur barbar, aur voluptuos...

Chinezii au identificat corect motivul pentru care aurul este irezistibil. În cuvintele lui Ko-Hung: „Galbenul aur, chiar dac-ar fi topit de o sută de ori, tot nu s-ar degrada“. Prin această afirmație, ne dăm seama că aurul posedă o calitate fizică ce-l face unic; care poate fi testată și verificată în practică, și descrisă în teorie.

Este lesne de observat că meșterul care confecționa un artefact din aur nu era un simplu tehnician, ci un artist. Dar este deopotrivă de important, și nu la fel de ușor de recunoscut, că persoana care evalua

aurul era și ea mai mult decât un simplu tehnician. Pentru această persoană, aurul era un element științific. Să posezi o tehnică este util, dar, asemenea oricărei alte abilităţi, ceea ce o aduce la viață este locul pe care îl ocupă în tabloul general al naturii – anume o teorie.

Meșterii care verificau și rafinau aurul confereau vizibilitate unei anumite teorii a naturii: o teorie în care aurul era unic, și totuși putea fi fabricat din alte elemente. Din această cauză cei din vechime au dedicat atâta timp și inventivitate în născocirea unor teste pentru verificarea purităţii aurului. Francis Bacon, la începutul secolului al XVII-lea, a prezentat problema în mod clar:

> Aurul are următoarele naturi: greutate mare, închidere a părţilor, fixitate, flexibilitate sau moliciune, imunitate la rugină, culoare sau nuanţă de galben. [...] Iar dacă un om poate face un metal care are toate aceste proprietăţi, să-i lăsăm pe oameni să dezbată dacă acesta este sau nu aur.[7]

7. Traducere preluată din F. Bacon, *Sylva Sylvarum*, IV, 328, Dana Jalobeanu (ed.), Humanitas, Bucureşti, 2017 (n. red.).



13. Aurul este recompensa universală în toate țările, în toate culturile şi în toate epocile.
Aur grecesc: *Mască de rege aheu, dintr-un mormânt* în *formă de puț din Micene, secolul al XVI-lea* î.Hr. Aur persan: *Dinar*

de aur cu regele Khosrau II – monedă bătută în *Iran.* Aur peruvian: *Puma Mochica, imprimată cu un model de* șerpi *cu două capete.* Aur african: *Insignă din aur turnat, purtată de vraciul regelui (Asantehene), ca* însemn *al profesiunii; disc decorat cu benzi incizate, cu ornament* în *formă de piramidă. Ghana, anterior anului 1874.* Aur modern: *Receptor central de input, calculator Multiplex Concorde. Edinburgh, secolul XX.*

Printre cele câteva teste clasice pentru verificarea purității aurului, există, în special unul prin care proprietatea de diagnosticare devine extrem de vizibilă. Acesta este testul precis al cupelației. Un vas din cenușă de oase, numit cupelă, este încălzit în furnal și adus la o temperatură mult mai ridicată decât cea necesară aurului pur. Aurul, împreună cu impuritățile sau zgura lui, este pus în vas şi topit. (Aurul are un punct de topire destul de scăzut, puțin peste 1.000° C, aproape același cu al cuprului.) Ce se întâmplă mai apoi este că zgura se desprinde de aur și este absorbită în pereții poroși ai vasului: așa încât se produce dintr-odată o separație vizibilă, am putea

spune, între zgura acestei lumi și puritatea ascunsă a aurului descoperită de flacără. Visul alchimiștilor, acela de a crea aur pe cale sintetică, trebuie în cele din urmă să fie supus testului realității, reprezentat de perla de aur care supraviețuiește probei.

Capacitatea aurului de a rezista degradării (ceea ce am numi atac chimic) era neobișnuită, și de aceea era valoroasă și constituia un element de diagnosticare. De asemenea, purta în sine o simbolistică puternică, care este explicită încă din primele formule. Prima referință scrisă pe care o avem despre alchimie are o vechime de puțin peste două mii de ani și provine din China. Ne spune cum se face aurul și cum poate fi folosit pentru a prelungi viața. Acest fapt este extrem de semnificativ. Pentru noi, aurul este prețios fiindcă este rar; dar pentru alchimiștii de pe întreg cuprinsul lumii, aurul era prețios deoarece era incoruptibil. Nici un acid sau vreo bază cunoscute în timpurile acelea nu putea să îl atace. Acesta era, într-adevăr, procedeul prin care aurarii împăratului testau aurul, sau după cum ar fi spus ei, îl

deosebeau printr-un tratament cu acid care era mai puțin migălos decât cupelația.

Când lumea era încredințată (și pentru majoritatea oamenilor așa și era) că viața este singuratică, sărmană, josnică, sălbatică și scurtă[8], pentru alchimiști aurul reprezenta acea unică scânteie eternă în trupul omenesc. Încercările lor de a produce aur și de a găsi elixirul vieții sunt una și aceeași strădanie. Aurul este simbolul nemuririi – dar nu s-ar cuveni să îi spun simbol, deoarece în gândirea alchimiștilor, aurul era expresia și întruparea incoruptibilității, atât în lumea fizică, cât și în lumea vie.

8. Celebră descriere a vieții umane în absența organizării sociale făcută de Thomas Hobbes în *Leviatanul* (1651) (n. tr.).

Astfel, când alchimiștii încercau transmutația metalelor comune în aur, transformarea pe care ei o urmăreau prin foc era cea de la natura coruptibilă la cea incoruptibilă; ei se străduiau să extragă calitatea permanenței din viața de zi cu zi. Iar acest lucru era

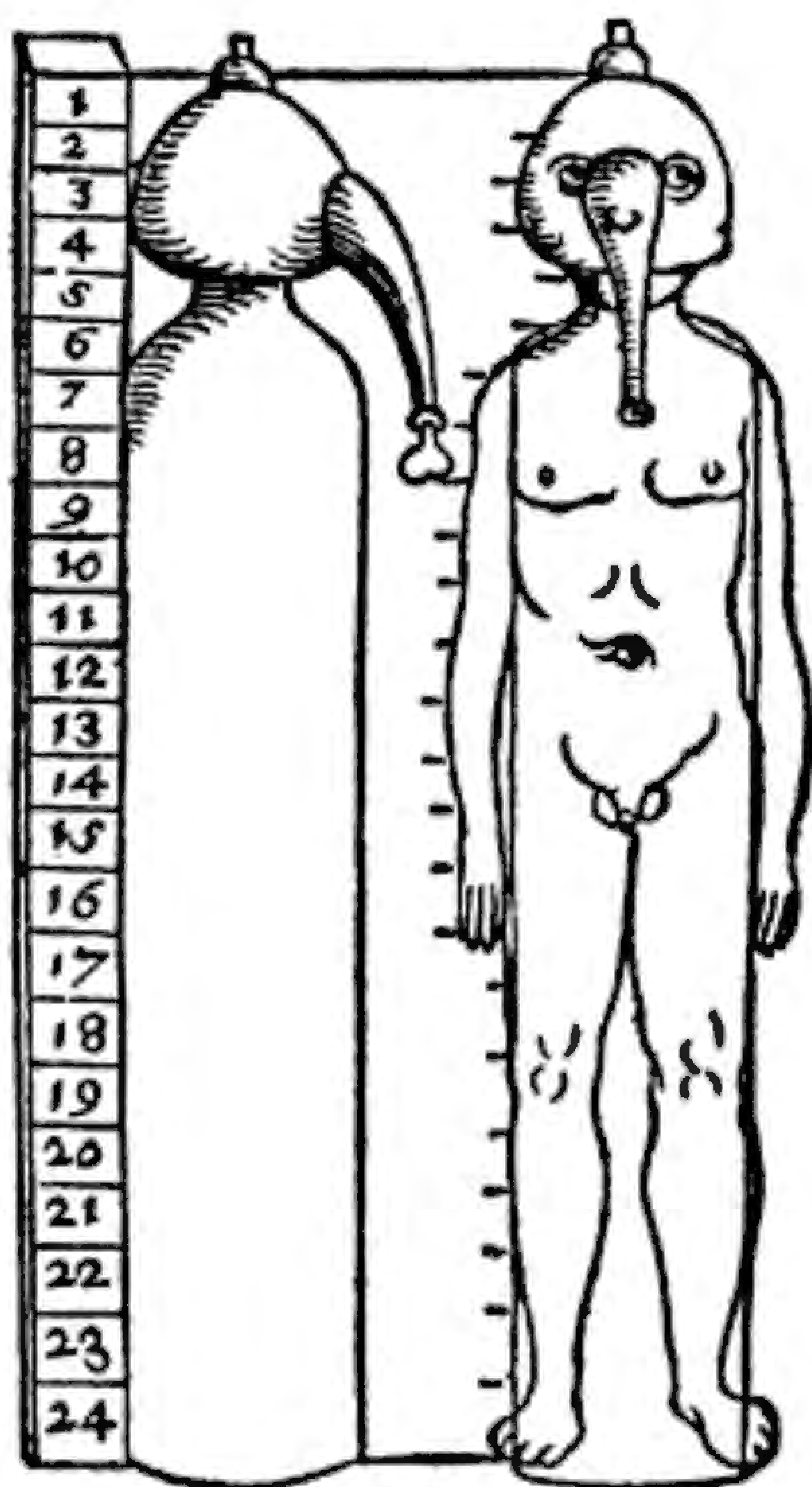
identic cu căutarea tinereții veșnice: fiecare leac care lupta împotriva bătrâneții conținea aur, aur metalic, ca ingredient esențial, iar alchimiștii își îndemnau patronii să bea numai din pocale de aur pentru a-și prelungi viața.

Alchimia înseamnă ceva mai mult decât o colecție de trucuri mecanice sau o credință vagă într-o formă primitivă de magie. În esenţa sa, alchimia este o teorie despre cum relaționează lumea cu viața omului. Într-o epocă în care nu exista o distincție clară între substanță și proces, între element și acțiune, elementele alchimice erau totodată aspecte ale personalității umane – la fel cum elementele grecești din vechime erau totuna cu cele patru umori care se combină în temperamentul uman. Astfel, în opera alchimiștilor se găsește o teorie profundă care provine din ideile grecilor despre pământ, foc, aer și apă, dar care în Evul Mediu a căpătat o formă nouă și extrem de importantă.

Pentru alchimiștii din epocă exista o afinitate între microcosmosul

corpului uman și macrocosmosul naturii. Un vulcan în erupție era ca un vas pe foc; o furtună cu ploaie abundentă era ca un acces de plâns. Dincolo de aceste analogii superficiale se afla conceptul profund potrivit căruia universul și trupul omenesc sunt alcătuite din aceleași materiale, sau principii, sau elemente. Pentru alchimiști, existau două asemenea principii. Unul era mercurul, care reprezenta tot ceea ce este dens și permanent. Celălalt era sulful, care reprezenta tot ceea ce este inflamabil și nepermanent. Toate corpurile materiale, inclusiv corpul uman, erau alcătuite din aceste două principii și puteau fi realcătuite din acestea. De pildă, alchimiștii credeau că toate metalele cresc în miezul pământului din mercur și din sulf, la fel cum cresc oasele unui embrion din ovul. Și luau această analogie foarte în serios. Ea încă s-a păstrat în simbolistica medicală a zilelor noastre. Încă folosim pentru feminin semnul alchimic al cuprului, adică semnul a ceea ce este moale: Venus. Și folosim pentru masculin semnul alchimic al fierului, adică semnul a ceea ce este tare: Marte.

Astăzi, această teorie pare extrem de infantilă, un talmeș-balmeș de povești și comparații hazardate. Dar chimia zilelor noastre va părea la rândul ei infantilă peste 500 de ani. Fiecare teorie se bazează pe o anumită analogie, și mai devreme sau mai târziu această teorie va eșua pentru că analogia se va dovedi eronată. La vremea sa, o teorie ajută la rezolvarea problemelor perioadei respective. Iar progresul medicinei a fost ținut în loc până în jurul anului 1500 de credința anticilor că toate remediile trebuie să provină fie de la plante, fie de la animale – un soi de vitalism căruia nu i-ar fi trecut prin minte că substanțele chimice din corpul uman sunt identice cu celelalte substanțe chimice, și care astfel restrângea medicina la remediile din plante.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24



14. Universul și trupul omenesc sunt alcătuite din aceleași materiale, sau principii, sau elemente.
Figură desenată de Paracelsus reprezentând furnalul corpului uman cu o scară gradată pentru studiul urinei în *diagnosticarea bolii, din* Aurora Thesaurusque philosophorum, *Basel, 1577.*
(Jos) *Figură desenată de Paracelsus*

reprezentând cele trei elemente, pământul, aerul și *focul.*

De acum înainte, alchimiștii au introdus fără oprelişti mineralele în medicină: sarea, de exemplu, a dat naştere unei schimbări importante, iar un nou teoretician al alchimiei a făcut din ea cel de-al treilea element al doctrinei sale. El a pus de asemenea la punct un leac caracteristic pentru o boală care făcea ravagii în Europa secolului al XVI-lea, care fusese complet necunoscută până atunci, şi anume flagelul sifilisului. Nici până astăzi nu am aflat de unde a venit sifilisul. Se poate să fi fost adus în Europa de marinarii de pe caravelele lui Columb; se poate să se fi răspândit dinspre răsărit odată cu invaziile mongole; sau este foarte posibil să nu fi fost recunoscut până atunci drept o boală separată. S-a dovedit că remediul pentru sifilis depinde de cel mai puternic metal alchimic: mercurul. Omul care a făcut din mercur un remediu funcțional reprezintă un punct de reper în trecerea de la vechea alchimie la cea nouă, pe calea către chimia modernă,

adică iatrochimia, biochimia, chimia vieții. Acest om și-a desfășurat activitatea în secolul al XVI-lea. Am ajuns la Basel, în anul de grație 1527.

Există o clipă în ascensiunea omului când el pășește în lumină, ieșind din umbra cunoașterii secrete și anonime, îndreptându-se spre un sistem nou al descoperirii directe și personale. Omul pe care l-am ales ca simbol al acestei clipe a primit numele de botez Aureolus Philippus Theophrastus Bombastus von Hohenheim. Din fericire, a ales să adopte numele ceva mai compact Paracelsus, pentru a-și face public disprețul pentru Celsus și alți autori care erau morți de mai bine de o mie de ani, dar ale căror tratate medicale erau încă în uz în Evul Mediu. În anul 1500, încă se credea că lucrările autorilor clasici conțin înțelepciunea plină de inspirație a unei epoci de aur, în medicină, științe și chiar artă.

Paracelsus s-a născut lângă Zürich, în 1493, și s-a stins la Salzburg în 1541, la vârsta timpurie de 48 de ani. Activitatea lui a reprezentat o provocare continuă la adresa tuturor chestiunilor academice: de exemplu,

el a fost primul care a recunoscut o boală industrială. Există episoade atât grotești, cât și încântătoare în bătălia înverșunată și necontenită pe care Paracelsus a purtat-o cu cea mai veche tradiție a epocii sale, şi anume cu practica medicinei. Mintea lui era un perpetuu izvor de teorii, multe dintre ele contradictorii, și marea lor majoritate de-a dreptul scandaloase. Era un personaj rabelaisian, picaresc, cu o fire năvalnică, care bea cu studenții și alerga după femei; a călătorit mult pe tot cuprinsul Lumii Vechi și, până aproape de zilele noastre, a fost privit de către istoria științei drept un șarlatan. Dar nu era aşa ceva. Era un om cu un geniu instabil, dar profund.

Ce trebuie reținut este că Paracelsus a fost un personaj aparte. La el surprindem, poate pentru prima oară, senzația limpede că o descoperire izvorăște din personalitatea celui care o face, și că descoperirea prinde viață pe măsură ce o urmărim în procesul de creație. Paracelsus a fost un om practic, care a înțeles că tratamentul unui pacient depinde de diagnostic (el însuși era un strălucit diagnostician) și de

implicarea personală a medicului însuși. El a rupt cu tradiția care dicta că medicul este un savant învățat care citește dintr-o carte foarte veche, și că sărmanul pacient se află la cheremul unui asistent care făcea ce i se spune. „Nu poate fi chirurg cel care nu este mai întâi doctor“, scrie Paracelsus. Și adaugă: „Iar unde doctorul nu este și chirurg, el este un idol, adică nimic altceva decât o maimuţă vopsită“.

Asemenea aforisme nu l-au făcut pe Paracelsus să fie îndrăgit de rivalii săi, dar l-au făcut atractiv pentru alte minți independente din epoca Reformei. Așa s-a întâmplat ca Paracelsus să fie adus la Basel, unde s-a bucurat de singurul lui an de triumf într-o carieră practică altfel dezastruoasă. La Basel, în anul 1527, Johann Frobenius, marele tipograf umanist protestant, suferea din pricina unei infecții grave la un picior – care urma să îi fie amputat – și, în disperare de cauză, a apelat la prietenii săi adepți ai noii mișcări, care i l-au trimis pe Paracelsus. Paracelsus i-a alungat pe adepţii vechii medicine din preajma bolnavului, a salvat piciorul bolnav și

a descoperit un remediu care a făcut vâlvă în Europa. Erasmus i-a scris următoarele: „L-ai adus pe Frobenius, care înseamnă jumătate din viața mea, înapoi de pe lumea cealaltă“.

Nu este o întâmplare faptul că noile idei iconoclaste în medicină și tratamentele cu substanțe chimice au apărut simultan în timp și spațiu cu Reforma pe care Luther a inițiat-o în 1517. Un punct focal al acestui timp istoric a fost reprezentat de orașul Basel. Umanismul înflorise aici încă dinaintea Reformei. Orașul adăpostea o universitate cu tradiție democratică, astfel că, în ciuda privirilor piezișe pe care i le aruncau medicii locali, Consiliul orășenesc a fost în măsură să insiste ca lui Paracelsus să i se permită să predea aici. Familia Frobenius tipărea cărți, printre ele numărându-se și unele scrise de Erasmus, care au răspândit noile vederi intelectuale pe întregul continent, în toate domeniile.

Un vânt al schimbării bătea în Europa, mai puternic poate chiar și decât răsturnările religioase și politice declanșate de Martin Luther. Anul simbolic însemnat de destin, 1543, urma să vină. În acel an au fost

publicate trei cărți care au schimbat dramatic modul de gândire al Europei: atlasul cu ilustraţii anatomice al lui Andreas Vesalius; prima traducere a operelor ce ţin de fizică şi de matematică ale lui Arhimede; și cartea lui Nicolaus Copernic, *Despre revoluțiile sferelor cerești* (*De Revolutionibus Orbium*), care așeza soarele în centrul sistemului planetar, dând astfel naștere fenomenului numit astăzi Revoluția științifică.

Toată această bătălie între trecut și viitor a fost rezumată profetic în anul 1527, printr-un singur gest făcut în faţa catedralei din Basel. În văzul tuturor, Paracelsus a aruncat în foc un vechi tratat de medicină scris de Avicenna, un discipol arab al lui Aristotel.

Acest foc în miez de vară posedă o anumită simbolistică pe care voi încerca s-o invoc în prezentul nostru. Focul este elementul alchimic prin care omul este capabil să pătrundă adânc în structura materiei. Atunci este focul însuși o formă a materiei? Dacă am crede așa ceva, ar trebui să îi conferim tot felul de proprietăți

imposibile – printre care aceea că este mai ușor decât nimicul. La două sute de ani după Paracelsus, nu mai târziu de 1730, chimiștii au încercat chiar să dovedească acest lucru prin teoria flogisticului, ca ultimă întruchipare a focului material. Dar substanța numită flogistic nu există, după cum nu există nici ceea ce se cheamă principiu vital – deoarece focul nu este un material, după cum nici viața nu este un material. Focul este un proces de transformare și schimbare, prin care elemente materiale se reunesc în noi combinații. Natura proceselor chimice a ajuns să fie înțeleasă doar atunci când focul însuși a ajuns să fie înțeles ca proces.

Gestul lui Paracelsus a părut să spună: „Știința nu poate privi înapoi către trecut. Nu a existat nicicând o Epocă de Aur“. Iar după Paracelsus, a mai fost nevoie de încă 250 de ani pentru a fi descoperit un nou element, oxigenul, care explica în cele din urmă natura focului, ajutând chimia să iasă din Evul Mediu. Ciudat este că autorul descoperirii, Joseph Priestley, nu era preocupat de natura focului, ci studia un alt element din

cele teoretizate de vechii greci: invizibilul și omniprezentul aer.

Majoritatea obiectelor păstrate din laboratorul lui Joseph Priestley se găsesc la Institutul Smithsonian din Washington, D.C. Și, desigur, nici n-ar avea ce să caute aici. Acest laborator s-ar cuveni să fie la Birmingham, în Anglia, în centrul Revoluției Industriale, unde Priestley și-a desfășurat cea mai mare parte din strălucita lui activitate. De ce se află el în America? Pentru că o mulțime dezlănțuită l-a alungat pe Priestley din Birmingham în 1791.

Povestea lui Priestley este caracteristică pentru alt conflict între originalitate și tradiție. În 1761, a fost invitat, la vârsta de 28 de ani să predea limbi străine la una dintre academiile disidente (Priestley era de confesiune unitariană), care ţineau locul universităților pentru cei care nu se conformau doctrinar Bisericii Anglicane. După numai un an, Priestley a fost inspirat, ca urmare a cursurilor de științe ținute de un coleg profesor, să înceapă lucrul la o carte despre electricitate; iar de aici și-a îndreptat atenția spre experimentele din domeniul chimiei.

A fost de asemenea entuziasmat de Revoluția americană (primise încurajări din partea lui Benjamin Franklin), și mai târziu de Revoluția Franceză. Și astfel, cu ocazia celei de a doua aniversări a luării cu asalt a Bastiliei, cetățenii loiali au dat foc locului pe care Priestley îl descria drept unul dintre cele mai bine utilate laboratoare din lume. S-a refugiat apoi în America, dar nu a fost primit cu brațele deschise. Doar cei deopotrivă cu el în materie de intelect l-au apreciat; când Thomas Jefferson a ajuns președinte, i-a spus lui Joseph Priestley: „Viața dumitale se numără printre puținele cu adevărat de preț pentru omenire“.

Mi-ar plăcea să pot spune că gloata care a vandalizat casa lui Priestley din Birmingham a năruit visele unui om frumos, amabil și fermecător. Dar, vai, mă îndoiesc că așa ar sta lucrurile cu adevărat. Nu cred că Priestley a fost o persoană fermecătoare, după cum nici Paracelsus nu a fost. Bănuiesc mai degrabă că a fost un om dificil, rece, arțăgos, pedant, pretențios și puritan. Dar ascensiunea omului nu s-a produs prin strădaniile unor oameni

fermecători. Ea este opera unor oameni care posedă două calități: o integritate nesfârșită și măcar o fărâmă de geniu. Iar Priestley le-a avut pe amândouă.

Descoperirea făcută de el a arătat că aerul nu este o substanță elementară: ci că este compus din mai multe gaze și că, printre acestea, oxigenul – pe care l-a numit „aer deflogisticat“ – are o importanță capitală pentru viața animalelor. Priestley era un strălucit savant experimental și a continuat cu grijă lucrul în mai multe etape. Pe 1 august 1774, a produs o cantitate de oxigen și a observat cu uimire cât de strălucitoare este flacăra unei lumânări care arde în prezența lui. În luna octombrie a aceluiași an a călătorit la Paris, unde i-a pus la curent pe Lavoisier și pe alți membri ai comunității științifice de recenta sa descoperire. Dar a trebuit să se întoarcă acasă, pentru ca pe data de 8 martie 1775, să introducă un șoarece într-un mediu gazos alcătuit din oxigen, după care să-și dea seama cât de bine respiră acesta în atmosfera respectivă. După o zi-două, Priestley i-

a scris o scrisoare încântătoare lui Franklin, relatându-i că: „Deocamdată doar doi șoricei și cu mine am avut privilegiul să respirăm acest aer“.

Priestley a mai descoperit și faptul că plantele verzi expiră oxigen atunci când sunt expuse la lumina solară, și astfel constituie un mediu în care animalele pot respira. În următoarea sută de ani avea să se dovedească importanța crucială a acestei descoperiri; animalele nu ar fi evoluat dacă plantele nu ar fi produs mai întâi oxigen. Dar în anii 1770, nimeni nu s-a gândit la așa ceva.

Descoperirea oxigenului a început să aibă sens datorită minții limpezi și revoluționare a lui Antoine Lavoisier (care și-a pierdut viața în timpul Revoluției Franceze). Lavoisier a repetat un experiment de-al lui Priestley, care este aproape o repetare caricaturală a unui experiment clasic din alchimie, pe care l-am descris la începutul acestui eseu. Amândoi savanții au încălzit oxidul roșu de mercur folosind o lupă (pe atunci lupa era foarte la modă), într-un vas în care puteau urmări producerea gazului și în care îl puteau colecta. Gazul respectiv era oxigenul. Acesta

era experimentul calitativ; dar lui Lavoisier acest experiment i-a deșteptat ideea că descompunerea chimică poate fi cuantificată.

Ideea lui era simplă și totodată radicală: efectuarea experimentului alchimic în ambele direcții și măsurarea exactă a cantităților chimice schimbate. Mai întâi, într-un sens: se arde mercurul (astfel încât să absoarbă oxigen) și se măsoară cantitatea exactă de oxigen care rămâne într-un vas închis între începutul și sfârșitul procesului de ardere. Se repetă apoi procesul în sens invers: se ia oxidul de mercur produs prin ardere, se încălzește puternic până ce acesta elimină iar tot oxigenul din el. Rămâne în urmă mercurul, oxigenul se degajă în vas, iar întrebarea crucială este: „Care este cantitatea de oxigen?“ Nici mai mult nici mai puțin decât cantitatea rezultată anterior. Dintr-odată procesul își arată adevărata natură, aceea de proces material de cuplare și decuplare a unor cantități fixe alcătuite din două substanțe. Esențele, principiile, flogisticul, au dispărut. Două elemente concrete, mercurul și oxigenul, au fost în mod

real și demonstrabil împreunate și apoi despărțite.

Poate părea doar o speranță firavă că se poate înainta de la procesele primitive ale primilor arămari și speculațiile magice ale alchimiștilor pe calea ce duce la cea mai puternică idee a științei moderne: ideea existenței atomilor. Și totuși calea, calea celui care pășește prin foc, este una directă. Mai rămânea un pas de făcut de la noțiunea de elemente chimice cuantificate de Lavoisier, până la expresia atomică a acestora, iar acest pas a fost făcut de fiul unui țesător din Cumberland, John Dalton.

În urma focului, a sulfului și a mercurului, era inevitabil ca punctul culminant al poveștii să se producă în aerul rece și umed al orașului Manchester. Aici, între anii 1803 și 1808, un quaker institutor pe nume John Dalton a transformat dintr-odată vaga cunoaștere a combinațiilor chimice, expusă cu atâta strălucire de Lavoisier, în conceptul modern și precis al teoriei atomice. Era o epocă a marilor descoperiri în chimie – în acești cinci ani s-au descoperit zece noi elemente; și totuși Dalton nu era

câtuși de puțin interesat de așa ceva. Era, la drept vorbind, un om oarecum fără culoare[9]. (Avea cu siguranță defectul de vedere care îl împiedica să distingă roșul de verde, iar acest defect genetic pe care l-a descris cu referire la propria persoană a primit, în onoarea lui, numele de „daltonism".)

9. Joc de cuvinte în original: *colourless* (aluzie la defectul de vedere al lui Dalton) (n. tr.).

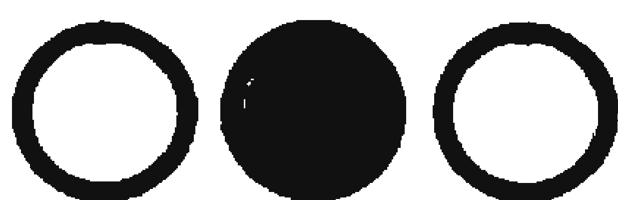
Dalton era un om cu îndeletniciri regulate, care ieșea din oraș în fiecare joi după-amiază ca să joace popice. Iar lucrurile care îl interesau erau cele legate de decorul rural, caracteristice încă peisajului din zona Manchester: apa, gazul metan, dioxidul de carbon. Dalton își punea întrebări concrete despre felul în care se combină substanțele după greutate. Dacă apa este alcătuită din oxigen și hidrogen, cum se întâmplă că exact aceleași cantități se combină întotdeauna pentru a rezulta o cantitate dată de apă? De ce se întâmplă la fel și în cazul dioxidului de carbon și al metanului; de ce se

înregistrează aceste constante de masă?

Întreaga vară a anului 1803 a fost dedicată de Dalton cercetărilor legate de această întrebare. A și notat că: „O investigație referitoare la greutățile relative ale particulelor ultime este, după știința mea, o noutate absolută. În ultima vreme, am întreprins o asemenea investigație, cu un succes remarcabil“. Și ca urmare a acestei investigații, a realizat că răspunsul trebuie să fi fost oferit de vechea teorie atomică a grecilor. Însă atomul nu este o simplă abstracțiune; la scară fizică, el are o greutate care caracterizează un element sau un altul. Atomii unui element (Dalton i-a numit „particule ultime sau elementare“) sunt toți identici, și sunt diferiți de atomii altui element; și un mod în care se exprimă această diferență este de ordin fizic: deosebirea de greutate. „Presupun că există un număr considerabil de entități care se pot numi pe bună dreptate particule elementare, și care nu se pot metamorfoza una în cealaltă“.

În 1805, Dalton a publicat pentru prima dată conceptul său de teorie

atomică, care se prezintă în felul următor. Dacă o cantitate minimă de carbon, un atom, se combină pentru a produce dioxid de carbon, face invariabil acest lucru cu o cantitate prescrisă de oxigen: doi atomi de oxigen.



15-1

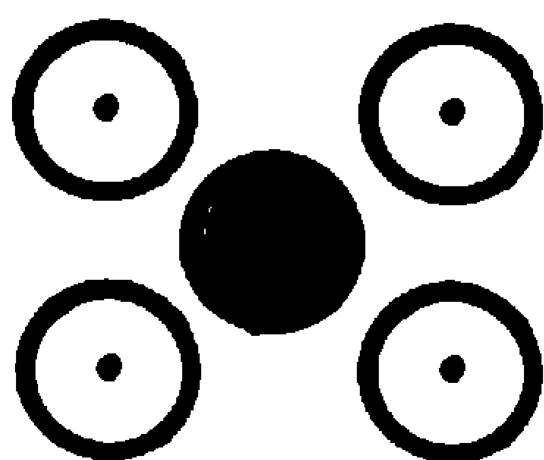
Dacă apa este astfel construită din doi atomi de oxigen, fiecare combinat cu cantitatea necesară de hidrogen, aceasta va avea o moleculă de apă dintr-un atom de oxigen și încă o moleculă de apă din celălalt atom.



15-2

Greutățile atomice sunt corecte: greutatea oxigenului care produce o unitate de dioxid de carbon va produce două unități de apă. Or sunt corecte greutățile pentru un compus care nu conține oxigen – cum ar fi

gazul metan, în care carbonul se combină direct cu hidrogenul? Da, exact astfel stau lucrurile. Dacă îndepărtezi cei doi atomi de oxigen din singura moleculă de dioxid de carbon, ca și din cele două molecule de apă, atunci echilibrul material este precis: se obțin cantitățile corecte de hidrogen și carbon pentru a produce metan.



15-3

Cantitățile cântărite ale diferitelor elemente care se combină unul cu celălalt exprimă, prin constanța lor, o schemă fundamentală de combinare între atomii lor.

Această aritmetică exactă a atomilor este cea care face din teoria chimică baza teoriei atomice moderne. Aceasta este prima lecție profundă pe care ne-o dă multitudinea de speculații despre aur, cupru și alchimie, apogeul teoretic

urmând să fie atins prin cercetările lui Dalton.

Cealaltă lecție ne demonstrează ceva în privința metodei științifice. Dalton a fost un om cu tabieturi. Timp de 57 de ani, a ieșit zilnic din Manchester; a măsurat cantitatea de apă de ploaie și temperatura – o îndeletnicire din cale-afară de monotonă într-o regiune cu asemenea climă. Din toată această colecție impresionantă de date nu s-a ales nimic. Dar dintr-o investigație oarecare, din întrebarea aproape copilărească legată de greutățile elementelor care participă la alcătuirea acestor simple molecule a rezultat teoria atomică modernă. Aceasta este, de fapt, esența științei: pune o întrebare impertinentă și te afli deja pe calea obținerii unui răspuns pertinent.

Capitolul 5
MUZICA SFERELOR

Matematica este, în multe privințe, cea mai elaborată și mai sofisticată dintre toate științele – sau cel puțin așa o consider eu, ca matematician. De aceea simt atât o plăcere specială, cât și o senzație de încordare când trebuie să descriu progresele matematicii, deoarece ea a constituit o parte însemnată a speculațiilor intelectuale umane: o scară pentru gândirea mistică, precum și pentru cea rațională, în ascensiunea omului. Totuși, există o serie de concepte care ar trebui incluse în orice istorie a matematicii: ideea logică de demonstrație, ideea empirică a legilor exacte ale naturii (în mod special cele legate de spațiu), apariția conceptului de operații și evoluția matematicii de la o descriere statică a naturii la una dinamică. Toate acestea reprezintă tema prezentului eseu.

Până și popoarele primitive au un sistem numeric; se prea poate să nu numere mai departe de patru, dar știu că două obiecte dintr-o clasă plus încă două asemenea fac patru, nu doar câteodată, ci întotdeauna. Pornind de la acest pas fundamental, multe culturi și-au construit sisteme numerice proprii, de obicei sub forma unui limbaj scris, cu convenții similare. Babilonienii, mayașii și indienii, de exemplu, au inventat în esență același mod de scriere a numerelor mari sub forma unei succesiuni de cifre de care ne folosim astăzi, deși au trăit la mari distanțe unii față de alții în spațiu și timp.

Astfel, nu există un loc sau un moment în istorie despre care să pot afirma cu tărie: „Aritmetica începe aici și acum“. Număratul, asemenea vorbitului, este prezent în fiecare cultură. Aritmetica, la fel ca limba, își are începutul învăluit în legendă. Dar matematica, în accepțiunea modernă, ca raționament cu numere, este o cu totul altă chestiune. Și pentru a porni în căutarea originii acestui gen de raționament, la granița dintre legendă și istorie, am navigat spre insula Samos.

În vremuri de legendă, insula grecească Samos era un centru al cultului zeiței Hera, regina Olimpului, soția legitimă (și geloasă) a lui Zeus. Ruinele templului ei, Heraionul, datează din secolul al VI-lea înainte de Hristos. În acea epocă, în jurul anului 580 î.Hr., s-a născut pe insula Samos primul geniu și întemeietor al matematicii grecești, Pitagora. În timpul vieții sale, insula a fost luată în stăpânire de tiranul Policrate. Există o tradiție conform căreia Pitagora, înainte de a fugi de pe insulă, a predat o perioadă pe ascuns într-o mică peșteră albă din munte, care este încă arătată credulilor.

Samos este o insulă fermecată. Aerul este plin de mare, de arbori, de muzică. Alte insule grecești pot fi un decor tot atât de bun pentru *Furtuna* lui Shakespeare, dar pentru mine aceasta este insula lui Prospero, țărmul pe care învățatul s-a transformat în magician. Poate că Pitagora însuși era un soi de magician în ochii adepților săi, deoarece îi învăța că natura este guvernată de numere. Există în natură o armonie, le spunea el, o unitate în varietate, iar

această armonie vorbește într-o limbă anume: numerele sunt limba naturii.

Pitagora a descoperit o relație fundamentală între armonia muzicală și matematică. Istoria descoperirii sale supraviețuiește doar fragmentar, aproape ca un crâmpei de basm. Dar descoperirea lui a fost cât se poate de precisă. O singură coardă tensionată care vibrează ca un întreg produce o notă gravă. Notele care formează un acord armonic cu ea sunt produse prin împărțirea corzii într-un număr exact de părți: în exact două părți, în exact trei părți, în exact patru părți și așa mai departe. Dacă punctul fix de pe coardă, nodul, nu se găsește într-unul din aceste puncte exacte, sunetul produs este discordant.

Pe măsură ce mutăm nodul de-a lungul corzii, recunoaștem notele care sunt armonice atunci când ajungem la punctele prescrise. Să începem cu coarda întreagă: aceasta este nota gravă. Deplasăm apoi nodul la mijlocul corzii: obținem octava superioară. Mutăm apoi nodul la o treime din coarda rămasă: obținem astfel cvinta superioară. Îl mutăm apoi la un sfert din lungimea corzii:

aceasta este pătrimea, cu o altă octavă mai sus. Iar dacă mutăm nodul într-un punct aflat la o cincime din lungimea corzii rămase (punct în care Pitagora nu a ajuns), vom obține terţa majoră superioară.



16. *Harpist orb, Egipt, 1579–1293* î.Hr.

Pitagora a descoperit că strunele care sună plăcut urechii – urechii apusene – corespund împărțirii

exacte a corzii prin numere întregi. Pentru pitagoreici, această descoperire avea o forță mistică. Acordul dintre natură și număr era atât de coerent încât i-a convins că nu doar sunetele din natură, ci toate dimensiunile caracteristice ei trebuie să fie numere simple care să exprime armonii. De pildă, Pitagora sau adepții lui au crezut că este cu putință să calculăm orbitele corpurilor cerești (pe care grecii și le închipuiau purtate în jurul Pământului pe sfere de cristal) prin asocierea lor cu intervalele muzicale. Aceştia credeau că toate simetriile naturii sunt de natură muzicală; mișcările corpurilor cerești reprezentau, pentru ei, muzica sferelor.

Aceste idei i-au conferit lui Pitagora statutul de vizionar al filozofiei, devenind aproape un lider religios, ai cărui adepți s-au grupat într-o sectă secretă și, posibil, revoluționară. Se prea poate ca mulți dintre adepții pitagoreici de mai târziu să fi fost sclavi; ei credeau în transmigrația sufletelor, ceea ce ar fi putut reprezenta felul lor de a spera într-o viață mai fericită după moarte.

Am vorbit despre limbajul numerelor, care este aritmetica, dar ultimul exemplu pe care l-am dat este cel al sferelor cerești, care sunt forme geometrice. Tranziția nu este întâmplătoare. Natura ne înfățișează diverse forme: un val, un cristal, corpul omenesc, și noi suntem cei care trebuie să intuim și să aflăm relațiile numerice care există în ele. Pitagora a fost un precursor prin felul în care a legat geometria de numere, și pentru că geometria constituie și domeniul meu matematic predilect, este foarte nimerit să urmărim felul în care a făcut-o.

Pitagora a demonstrat că lumea sunetelor este guvernată de numere exacte şi că acest lucru este valabil și în cazul lumii vizibile. Aceasta este o realizare extraordinară. Privesc în jur; mă aflu în mijlocul acestui minunat și colorat peisaj al Greciei, înconjurat de un relief sălbatic, de colinele orfice, de mare. Unde anume în profunzimea acestui superb haos se poate afla o structură numerică simplă?

Această întrebare ne trimite înapoi la cele mai primitive constante în percepția noastră asupra legilor

naturale. Pentru a răspunde corect, este limpede că trebuie să pornim de la caracteristicile universale ale experienței. Există două forme de experiență pe care se bazează lumea noastră vizuală: că gravitația este verticală și că orizontul se găsește în unghi drept față de ea. Iar această conjuncție, această întretăiere de linii din câmpul vizual, este cea care determină natura unghiului drept; astfel încât, dacă aș răsuci acest unghi drept al experienței vizuale (pe direcția „în jos“ și direcția „lateral“) de patru ori, m-aș întoarce la intersectarea gravitației cu orizontul. Unghiul drept este definit de această împătrită operație, care îl distinge de oricare alt unghi arbitrar.

Astfel, în lumea vizuală, în planul imaginii verticale pe care ne-o prezintă ochiul, un unghi drept se definește prin rotația sa împătrită asupra lui însuși. Aceeași definiție se poate aplica și experienței vizuale a dimensiunii orizontale, în care de fapt ne deplasăm. Să luăm în considerare lumea Pământului plat, harta și punctele cardinale. Privesc acum peste strâmtori, dinspre Samos spre Asia Mică, în direcția sud.

Folosesc o piesă triunghiulară drept indicator și o așez în așa fel încât să indice sudul. (Am confecționat indicatorul sub forma unui triunghi dreptunghic, deoarece intenționez să alătur succesiv cele patru rotații ale sale.) Dacă rotesc piesa triunghiulară într-un unghi drept, ea va arăta în direcția vest. Dacă o răsucesc apoi încă o dată în unghi drept, va arăta în direcția nord. Iar dacă o răsucesc într-un al treilea unghi drept, va indica estul. În fine, dacă o răsucesc pentru a patra și ultima oară, ea va indica din nou sudul, către Asia Mică, în direcția din care am început.

Nu doar lumea naturală pe care o percepem, ci și lumea clădită de om se construiește pe baza acestei relații. A fost astfel încă din vremea în care babilonienii au construit Grădinile Suspendate, ba chiar mai devreme, încă de când egiptenii au construit piramidele. Aceste culturi știau deja, la nivel practic, că echerul constructorului este cel care dictează relațiile numerice, alcătuind unghiul drept. Babilonienii cunoșteau multe formule în acest sens, poate sute, încă de prin anul 2000 î.Hr. Indienii și egiptenii cunoșteau și ei câteva. Se

pare că egiptenii foloseau aproape întotdeauna un echer cu laturile unui triunghi format din trei, patru și cinci piese. Dar abia în jurul anului 550 î.Hr., Pitagora a fost cel care a ridicat cunoașterea acestui fapt din lumea faptului empiric la rangul a ceea ce putem numi demonstrație. Adică, el și-a pus întrebarea: „Cum se întâmplă că numerele care alcătuiesc triunghiul constructorului rezultă din faptul că rotirea unui unghi drept de patru ori indică aceeași direcție?“

Credem că demonstrația lui arăta în felul următor. (Nu seamănă cu modul în care se prezintă în manualele școlare.) Cele patru puncte cardinale – sud, vest, nord, est – ale triunghiurilor care formează crucea busolei sunt colțurile unui pătrat. Deplasăm cele patru triunghiuri astfel încât latura mai lungă a fiecărui triunghi să se termine în vârful unui triunghi învecinat. Am construit astfel un pătrat pe latura mai lungă a triunghiurilor dreptunghice: pe ipotenuză. Ca să știm care zone fac parte din aria înscrisă și care nu, vom acoperi aria rectangulară interioară care tocmai s-a format cu încă o placă ceramică. (Folosesc plăci ceramice,

deoarece multe modele de pardoseli, din Roma și din Orient, din acest moment înainte, derivă din acest soi de mariaj între relația matematică și conceperea naturii.)

Acum am obținut un pătrat pe ipotenuză, și putem, desigur, să punem acest lucru în relație cu calcule referitoare la pătratele formate pe laturile mai scurte. Dar făcând astfel, s-ar pierde din vedere structura naturală și forța interioară a figurii. Nu avem nevoie de vreun calcul. Un joc simplu, de genul celor jucate de copii sau de matematicieni, va dezvălui mai mult decât orice calcul. Transpunem astfel două triunghiuri în poziții noi. Mutăm triunghiul care indică sudul astfel încât latura lui mai lungă să se alinieze cu latura mai lungă a triunghiului care indică nordul. După care mutăm triunghiul care indică estul astfel încât latura lui mai lungă să se alinieze cu latura mai lungă a triunghiului care indică vestul.

Am construit acum o figură în formă de L cu aceeași arie (desigur, de vreme ce este alcătuită din aceleași părți), ale cărei laturi le putem descoperi de îndată plecând de la

laturile mai scurte ale triunghiului dreptunghic. Să facem acum vizibilă construcția figurii în formă de L: așezăm pe figură un compas care separă partea de jos a L-ului de partea de sus. Devine astfel limpede că la capătul inferior avem un pătrat pe latura mai scurtă a triunghiului; și că în partea de sus a L-ului se găsește un pătrat pe latura mai lungă dintre cele două laturi care mărginesc unghiul drept.

Pitagora a demonstrat astfel o teoremă generală: nu doar pentru triunghiul egiptean cu raportul între laturi 3 : 4 : 5, sau pentru orice triunghi babilonian, ci pentru orice triunghi care conține un unghi drept. El a demonstrat că pătratul de pe latura mai lungă sau ipotenuză este egal cu pătratul de pe una din laturi plus pătratul de pe cealaltă latură dacă și numai dacă unghiul pe care ele îl formează este un unghi drept. De pildă, laturile cu raportul 3 : 4 : 5 alcătuiesc un unghi drept deoarece

$5^2 = 5 \times 5 = 25$

$5^2 = 16 + 9 = 4 \text{ x } 4 + 3 \times 3$

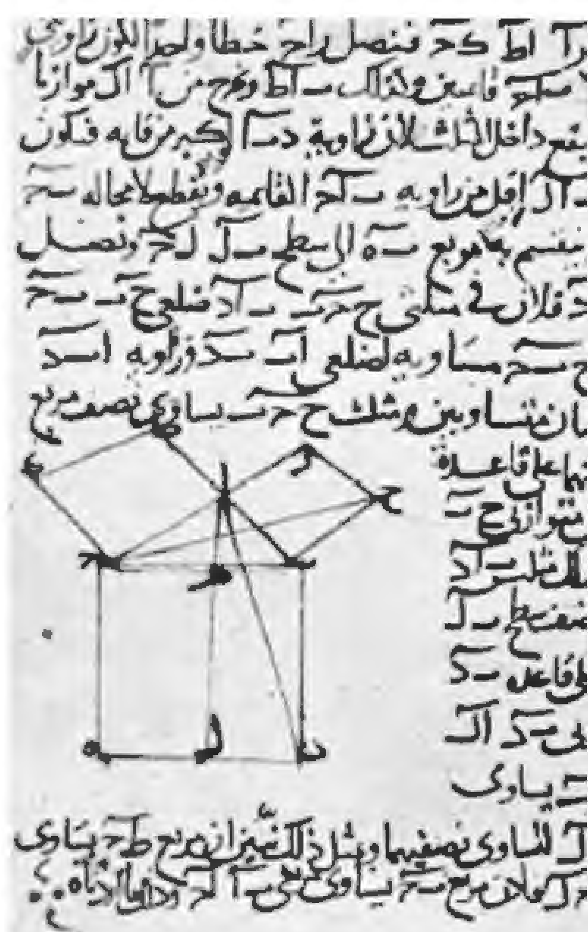
$5^2 = 4^2 + 3^2$

Aceeași observație este valabilă și pentru laturile triunghiurilor

descoperite de babilonieni, fie că sunt simple precum triunghiul cu raportul între laturi 8 : 15 : 17, sau copleşitoare precum triunghiul cu raportul 3367 : 3456 : 4825, ceea ce ne arată fără putință de tăgadă că aceștia se pricepeau la aritmetică.

Până în ziua de azi, teorema lui Pitagora rămâne cea mai importantă teoremă individuală din întreaga istorie a matematicii. Această afirmație pare una îndrăzneață și extraordinară, totuși nu este o extravaganță; deoarece Pitagora a reușit pur și simplu să fundamenteze o caracterizare a spațiului în care ne mișcăm, și este pentru prima dată când aceasta se traduce prin numere. Iar potrivirea exactă a numerelor descrie legile exacte care țin părțile universului laolaltă. De fapt, numerele care compun triunghiuri dreptunghice au fost propuse drept mesaje pe care le-am putea trimite spre planete din alte sisteme solare pentru a verifica existența vieții inteligente de acolo.





17. Pitagora a demonstrat astfel o teoremă generală: nu doar pentru triunghiul egiptean cu raportul între laturi 3 : 4 : 5, sau pentru orice triunghi babilonian, ci pentru orice triunghi care conține un unghi drept.
Pagină dintr-o versiune arabă din 1258 d.Hr. și *gravură chinezească ce conţin teorema lui Pitagora.*

Lucrul important este că teorema lui Pitagora reprezintă forma care, după cum am dovedit, elucidează simetria spațiului plan; unghiul drept este elementul de simetrie care împarte planul în patru. Dacă spațiul plan ar prezenta alt fel de simetrie, teorema nu ar fi valabilă; ar fi, în schimb, valabilă o altă relație între laturile triunghiurilor speciale. Iar spațiul este o parte a naturii la fel de

crucială precum materia, chiar dacă (la fel ca aerul) este invizibil; acesta este nucleul ştiinţei geometriei. Simetria nu este doar un element de rafinament descriptiv; asemenea altor concepte pitagoreice, ea pătrunde în miezul armoniei naturale.

Când Pitagora a reușit să demonstreze marea teoremă, a adus ofrandă Muzelor o sută de boi, drept mulțumire pentru inspirația primită. Este un gest de mândrie și totodată de smerenie, la fel cum simte fiecare om de știință, până în zilele noastre, atunci când numerele se aliniază perfect și îi spun: „Aceasta este o parte din structura naturii înseși, o cheie care o deschide“.

Pitagora a fost un filozof, și oarecum un lider religios pentru adepții săi. În personalitatea sa există fără îndoială acel element de influență asiatică, care se regăsește în întreaga cultură grecească și care este de obicei trecut cu vederea. Tindem să ne imaginăm Grecia drept parte a Occidentului; dar insula Samos, extremitate a Greciei clasice, se află la un kilometru şi jumătate distanță de coasta Asiei Mici. De aici a izvorât mai

întâi curentul de gândire care a inspirat Grecia și care, în mod neașteptat, s-a revărsat înapoi spre Asia în secolele următoare, înainte de a ajunge în Europa Apuseană.

Cunoașterea întreprinde călătorii uimitoare, și ceea ce nouă ni se pare un salt în timp adeseori se dovedește a fi o lungă progresie dintr-un loc în altul, dintr-un oraș în altul. Caravanele poartă odată cu mărfurile și metodele de negoț din țările lor de baștină – greutățile și măsurile, metodele de socotit –, iar tehnicile și ideile au mers odată cu ele, prin Asia și Africa de Nord. Ca un exemplu printre atâtea altele, matematica lui Pitagora nu a ajuns la noi în mod direct. Ea a înflăcărat imaginația grecilor, dar locul în care s-a constituit într-un sistem bine închegat a fost Alexandria, orașul de pe Nil. Cel care a alcătuit sistemul și l-a făcut celebru a fost Euclid, care s-a stabilit în Alexandria în jurul anului 300 î.Hr.

Euclid a aparținut în mod evident tradiției pitagoreice. Când un ascultător l-a întrebat care este folosul practic al unei teoreme, se spune că Euclid ar fi grăit disprețuitor

către sclavul său: „Vrea să tragă folos de pe urma învățăturii – dă-i un bănuț“. Mustrarea era probabil o adaptare după un motto al frăției pitagoreice, care se traduce aproximativ astfel: „O diagramă și un pas, nu o diagramă și un bănuț“ – un „pas“ însemnând un pas pe calea cunoașterii, sau ceea ce eu am numit ascensiunea omului.

Impactul lui Euclid ca model de raționament matematic a fost imens și durabil. Cartea lui *Elemente de geometrie* a fost tradusă și copiată mai mult decât orice altă carte, cu excepția Bibliei, până aproape de zilele noastre. Eu însumi am învățat întâi matematica cu un profesor care cita teoremele de geometrie după numerele atribuite lor de Euclid; iar acest lucru nu era ceva neobișnuit cu cincizeci de ani în urmă, și reprezenta modelul standard de referință în trecut. Când în anul 1680, John Aubrey a istorisit felul în care Thomas Hobbes, trecut de vârsta mijlocie, s-a „îndrăgostit“ dintr-odată „de geometrie“ și deopotrivă de filozofie, el a explicat că totul a început atunci când Hobbes s-a întâmplat să vadă „în biblioteca unui

domn un exemplar din *Elementele* lui Euclid deschis chiar la *47 Element, libri* I“. Propoziția 47 din Cartea I a *Elementelor* lui Euclid este celebra teoremă a lui Pitagora.

Cealaltă știință practicată în Alexandria în perioada contemporană cu nașterea lui Hristos era astronomia. Din nou, putem percepe curgerea istoriei din ondulaţiile legendei: când Biblia ne spune că trei magi au urmărit o stea până la Bethleem, povestea capătă ecoul unei epoci în care magii erau și astronomi. Secretul cerurilor pe care îl căutau magii în Antichitate a fost descifrat de un grec pe nume Claudiu Ptolemeu, care a profesat în Alexandria în jurul anului 150 d.Hr. Lucrările sale au ajuns în Europa prin intermediul unor texte arabe, deoarece edițiile originare grecești în manuscris s-au pierdut aproape complet, unele în urma devastării la care a fost supusă marea bibliotecă din Alexandria de către fanaticii creștini în 389 d.Hr., iar altele în războaiele și invaziile care au răvășit estul bazinului mediteraneean în Evul Mediu timpuriu.

Modelul ceresc construit de Ptolemeu este de o minunată complexitate, dar pornește de la o analogie simplă. Luna se învârte, în mod evident, în jurul Pământului; și lui Ptolemeu i s-a părut la fel de evident că Soarele și planetele fac la fel. (Anticii credeau că Luna și Soarele sunt planete.) Grecii credeau că forma perfectă a mișcării este cea circulară, așa că Ptolemeu și-a închipuit că planetele se deplasează pe orbite circulare, sau pe cercuri care la rândul lor se mișcă tot în cerc. Nouă, această schemă de cicluri și epicicluri ni se pare rudimentară și artificială. Totuși sistemul a fost o invenție reușită și aplicabilă, devenită literă de lege pentru arabi și pentru creștini până spre sfârșitul Evului Mediu. Modelul ptolemeic a fost valabil 14 secole, ceea ce înseamnă o perioadă de timp mai mare decât în cazul oricărei teorii științifice mai recente care ar putea supraviețui fără schimbări radicale.

Este oportun să analizăm în acest context motivul pentru care astronomia s-a dezvoltat atât de timpuriu și într-o formă atât de elaborată, ca să devină, cu adevărat,

modelul arhetipal pentru științele fizice. Luate ca atare, stelele se numără printre obiectele naturale cele mai puțin probabile de a stârni curiozitatea omenească. Corpul uman s-ar fi cuvenit să devină un candidat mult mai potrivit pentru cercetări sistematice timpurii. Atunci de ce a progresat astronomia ca știință primă în locul medicinei? De ce medicina însăși s-a îndreptat spre stele ca semne prevestitoare, pentru a prezice influențele favorabile și cele adverse care concurau pentru viața pacientului – și este într-adevăr recursul la astrologie o abdicare a medicinei de la principiile științei? În opinia mea, un motiv de căpătâi este acela că mișcările observate ale aştrilor s-au dovedit calculabile, și încă de timpuriu (posibil de prin anul 3000 î.Hr. în Babilon) au făcut obiectul studiului matematic. Importanţa astronomiei rezidă în particularitatea că poate fi abordată matematic; iar progresul fizicii, și mai recent al biologiei, s-a sprijinit deopotrivă pe descoperirea de formule ale propriilor legi care pot fi înfățișate ca modele matematice.

Din când în când, răspândirea ideilor necesită un nou impuls. Apariția islamului la șase secole după Hristos a fost acest nou și puternic impuls. A început ca un eveniment local, cu deznodământ incert; însă odată ce Mahomed a cucerit Mecca în 630 d.Hr., lumea meridională a fost complet răvășită. Într-o sută de ani, islamul a cucerit Alexandria, a întemeiat un fabulos oraș al științelor la Bagdad și și-a împlântat frontiera răsăriteană dincolo de Isfahan, în Persia. În anul 730 d.Hr., imperiul musulman se întindea din Spania și sudul Franței până la granițele Chinei și Indiei: un imperiu cu o forță și o grație extraordinare, timp în care Europa intra în obscurantism.

În această religie axată pe convertire, știința națiunilor cucerite era asimilată cu un zel de cleptoman. Concomitent, s-a produs o eliberare a meșteșugurilor simple locale, care fuseseră desconsiderate. De pildă, primele moschei cu cupolă au fost construite fără instrumente sofisticate, ci doar cu străvechiul echer de construcție – care încă se folosește. Moscheea de Vineri (Masjid-e-Jameh) din Isfahan este unul dintre

monumentele impresionante ale islamului timpuriu. În centre precum acesta, cunoașterea Greciei și a Orientului era tezaurizată, absorbită și diversificată.

Mahomed a susținut cu fermitate că islamul nu avea să fie o religie a miracolelor; în conținut intelectual, islamul a devenit un tipar de contemplație și analiză. Scriitorii mahomedani au depersonalizat și formalizat divinitatea; misticismul islamic nu înseamnă sânge și vin, trup și pâine, ci un extaz nepământesc.

> Allah este lumina cerurilor și a pământului. Lumina lui seamănă cu o firidă în care se află o lampă. Lampa este într-un vas de cristal, iar acesta pare a fi o stea scânteietoare. În case care a îngăduit Allah să fie înălțate și în care este pomenit numele său. În ele îi aduc lui laudă dimineața și seara bărbați pe care nici negoțul, nici marfa nu-i împiedică de la pomenirea lui Allah.

Una dintre invențiile grecești pe care islamul le-a dezvoltat și le-a răspândit a fost astrolabul. Ca dispozitiv de observație, este un

obiect primitiv; el doar măsoară elevația Soarelui sau a unei stele, și o face destul de aproximativ. Dar prin asocierea acestei singure observații cu una sau mai multe hărți stelare, astrolabul ajuta și la efectuarea unei elaborate scheme de calcul prin care se putea afla latitudinea, momentul răsăritului și al apusului, orarul rugăciunilor și direcția Meccăi pentru drumeți. Iar pe lângă harta stelară, astrolabul era înfrumusețat cu miniaturi astrologice și religioase, pentru confortul mistic al posesorului.

Pentru o lungă perioadă de timp astrolabul a fost ceasornicul de buzunar și rigla de calcul ale omenirii. Când în 1391 poetul Geoffrey Chaucer a scris un manual pentru ca fiul său să învețe să folosească astrolabul, el l-a copiat după un astronom arab din secolul al VIII-lea.

Calculele erau o nesfârșită sursă de încântare pentru învățații mauri. Iubeau problemele și le făcea o nespusă plăcere să găsească metode ingenioase de a le rezolva, iar câteodată transformau aceste metode

în dispozitive mecanice. Un instrument de calcul mai elaborat decât astrolabul este calculatorul astrologic sau astronomic, un dispozitiv asemănător unui calendar automat, construit în califatul de la Bagdad în secolul al XIII-lea. Calculele pe care le efectuează nu sunt foarte complicate, rezumându-se la o serie de prognosticuri prin alinierea unor cadrane, dar acest instrument este o mărturie a îndemânării mecanice a celor care l-au construit acum 700 de ani și a pasiunii lor pentru numere.

Cea mai importantă invenție realizată de neobosiții, curioșii și toleranții învățați arabi a fost modul de scriere a numerelor. Notația europeană a numerelor pe atunci urma încă greoiul stil roman, în care numărul este alcătuit din părțile sale prin simpla adunare: de exemplu, 1825 se scrie sub forma MDCCCXXV, deoarece el reprezintă suma lui M = 1000, D = 500, C + C + C = 100 + 100 + 100, XX = 10 + 10 și V = 5. În islam, acest mod de scriere a fost înlocuit de notația zecimală modernă pe care încă o numim „arabă“. Într-o însemnare dintr-un manuscris arab, numerele de pe rândul de sus sunt 18

și 25. Recunoaștem imediat cifrele 1 și 2 drept simbolurile folosite de noi (deși cifra 2 este răsucită). Pentru a scrie 1825, cele patru simboluri ar trebui pur și simplu notate în această ordine, înșiruite ca un singur număr; deoarece locul în care este dispusă fiecare cifră este cel care ne anunță dacă el semnifică miile, sau sutele, sau zecile, sau unitățile.

Totuși, un sistem care să descrie ordinul de mărime în funcție de poziție trebuie să asigure și posibilitatea existenței de poziții nule. Scrierea arabă a numerelor necesită inventarea lui zero. Cuvintele *zero* și *cifru* sunt cuvinte arabe; tot arabe sunt și *algebră*, *almanah*, *zenit*, și încă o duzină de termeni din matematică și astronomie. Arabii au adus sistemul zecimal din India în jurul anului 750 d.Hr., dar el nu a prins în Europa decât după circa 500 de ani.

Se poate ca prin însăși întinderea sa, imperiul maur să fi devenit un soi de bazar al cunoașterii, printre ai cărui învățați se regăseau creștini nestorieni eretici în răsărit și necredincioși evrei în apus. Se poate ca islamul însuși, ca religie, să fi avut

calitatea de a nu disprețui cunoașterea popoarelor, în ciuda eforturilor făcute pentru a le converti. În răsărit, orașul persan Isfahan este un monument emblematic pentru această calitate a islamului. Și în apus a supraviețuit un avanpost deopotrivă de remarcabil: Alhambra din sudul Spaniei.

Privită din exterior, Alhambra apare ca o fortăreață pătrată, cu aspect sever, care nu lasă să se întrevadă formele arabe. Pe dinăuntru, nu este însă o fortăreață, ci un palat, un palat proiectat dinadins pentru a prefigura pe pământ fericirea cerească. Alhambra este o construcție de dată târzie. Poartă în sine moleșeala unui imperiu trecut de apogeu, lipsit de spirit de aventură și încrezător în propria siguranţă. Religia meditativă a devenit senzuală și mulțumită de sine. Se împletește cu muzica apei, al cărei curs sinuos te poartă cu gândul spre melodiile arabe, deși la drept vorbind dispunerea havuzurilor se bazează pe modelul pitagoreic. Fiecare curte este, la rândul ei, ecoul și amintirea unui vis prin care plutea sultanul (căci el nu mergea, ci era

purtat în lectică). Alhambra se apropie foarte mult de descrierea paradisului din Coran.

> Binecuvântată este răsplata celor care trudesc cu răbdare și își pun nădejdea în Allah. Aceia care îmbrățișează adevărata credință și săvârşesc fapte bune își vor găsi pentru totdeauna adăpost în sălașurile Paradisului, unde pâraie le vor curge la picioare [...] și mare cinste li se va face în grădinile desfătării, așezați pe divane față în față. O cupă li se va aduce lor dintr-o fântână, cu apă limpede și proaspătă pentru cei ce vor bea din ea [...] Soțiile lor vor sta culcate pe perne moi verzi și pe covoare minunate.

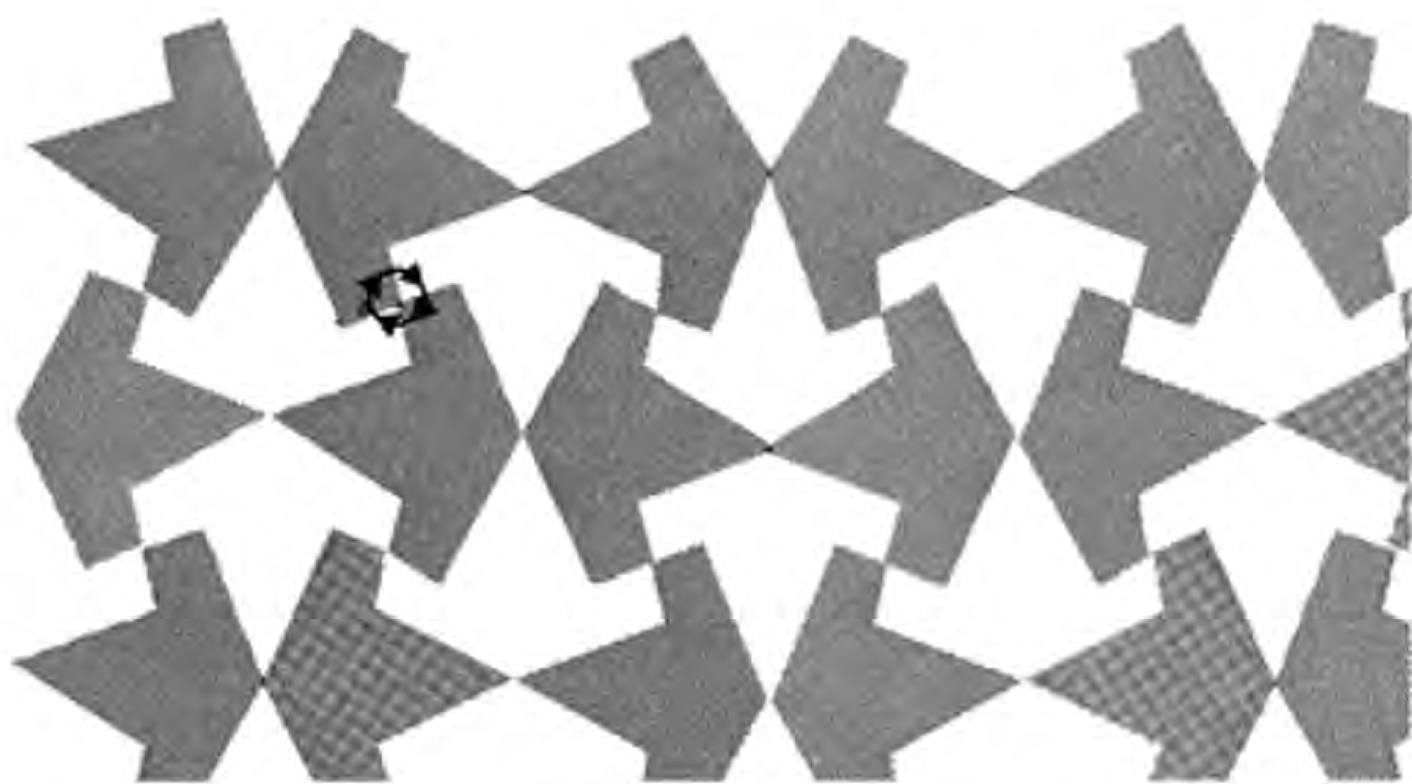
Alhambra este ultimul și cel mai splendid monument al civilizației arabe în Europa. Ultimul rege maur a domnit aici până în 1492, anul când regina Isabela a Spaniei se pregătea să sprijine aventura lui Columb. Este un fagure de curți și camere, iar Sala de las Camas este locul cel mai tăinuit din întregul palat. Aici tinerele din harem veneau să se întindă, goale, după baie. Muzicieni orbi cântau pe coridoare, iar eunucii pășeau în vârful picioarelor. Sultanul privea de deasupra, și trimitea un măr în sală

pentru a-i da de știre fetei alese că va petrece noaptea cu el.

Într-o civilizație occidentală, această sală ar fi fost decorată cu minunate desene de siluete feminine, cu reprezentări erotice. Dar nu și aici. Înfățișarea trupului omenesc era interzisă mahomedanilor. Într-adevăr, până și studiul anatomiei era cu desăvârșire oprit, iar aceasta a fost un handicap serios pentru știința musulmană. Astfel că în această sală găsim modele geometrice colorate, extrem de simple ca formă. În civilizația arabă, artistul și matematicianul au devenit o singură persoană. Și spun aceasta într-un sens cât se poate de literal. Aceste modele reprezintă un punct de vârf al explorării arabe a subtilităților și simetriilor spațiului însuși: spațiul plat, bidimensional, a ceea ce numim astăzi planul euclidian, caracterizat mai întâi de Pitagora.

Din toată această bogăție de modele, voi începe cu unul cât se poate de simplu. În el se repetă un motiv format din două frunze orizontale închise la culoare, și încă unul format din frunze verticale deschise la culoare. Simetriile

evidente sunt translații (adică variații paralele ale modelului) și reflexii fie orizontale, fie verticale. Dar să mai observăm un detaliu de finețe. Arabilor le plăceau modelele în care elementele de culoare închisă și cele de culoare deschisă sunt identice. Și astfel, dacă pentru o clipă ignorăm culorile, putem observa că figura întunecată poate fi răsucită într-un unghi drept în poziția figurii albe învecinate. Apoi, rotind continuu în jurul aceluiași punct de îmbinare, putem muta figura în poziția imediat următoare, apoi (din nou în jurul aceluiași punct) în următoarea poziție, pentru a reveni apoi la poziția inițială. Iar rotația recreează în mod corect întregul model; fiecare figură din model ajunge în poziția altei figuri, indiferent cât de departe de centrul de rotație s-ar afla.



18.

Reflexia în linie orizontală este o simetrie dublă a modelului colorat, tot aşa cum este și reflexia pe verticală. Însă dacă ignorăm culorile, observăm că modelul prezintă o simetrie împătrită. Ea este asigurată de operația de rotație în unghi drept, repetată de patru ori, prin care am demonstrat anterior teorema lui Pitagora; drept urmare, modelul fără culori devine prin simetria lui asemănător cu pătratul pitagoreic.

Să examinăm apoi un model mult mai subtil. Aceste triunghiuri cu laturi ondulate în patru culori prezintă un singur tip de simetrie dispusă pe două direcții. Putem deplasa modelul pe orizontală sau pe verticală în noi poziții identice. Faptul că laturile sunt ondulate nu este irelevant. Este neobișnuit să găsim un sistem simetric care să nu permită reflexia. Totuși, acesta nu o permite, deoarece toate triunghiurile cu laturile ondulate se mișcă spre dreapta, și nu pot fi reflectate fără a le face să se miște spre stânga.

Să presupunem că neglijăm diferența dintre verde, galben, negru

și albastru și că ne gândim doar la o distincție între triunghiuri de culoare închisă și de culoare deschisă. În acest caz, avem din nou o simetrie de rotație. Să ne fixăm încă o dată atenția asupra unui punct de îmbinare: în acest punct se întâlnesc șase triunghiuri, și ele sunt, în mod alternativ, închise și deschise la culoare. Un triunghi de culoare închisă poate fi rotit în poziția următorului triunghi de culoare închisă, apoi în poziția următorului, și în cele din urmă înapoi la poziția inițială: o simetrie triplă care rotește întreg modelul.

Și într-adevăr, simetriile posibile nu trebuie să se oprească aici. Dacă ignorăm cu desăvârșire culorile, atunci există o rotație de mai mică amploare prin care se poate deplasa un triunghi de culoare închisă pe poziția triunghiului de culoare deschisă de lângă el, deoarece este identic ca formă. Această operațiune de rotație continuă apoi în următoarea ordine, după culoare: triunghi de culoare închisă, triunghi de culoare deschisă, triunghi de culoare închisă, triunghi de culoare deschisă, și în final se revine la

triunghiul de culoare închisă de la care s-a pornit: o simetrie sextuplă a spațiului prin care se rotește întregul model. Iar această simetrie sextuplă este de fapt cea pe care o cunoaștem cel mai bine, deoarece este simetria cristalului de zăpadă.



Ajuns în punctul acesta, cel care nu este specializat în matematică se poate întreba în mod legitim, „Și ce dacă? Cu asta se ocupă matematica? Matematicienii moderni, la fel cum au făcut-o în trecut învățații arabi, își petrec timpul cu un astfel de joc simandicos?“ Întrebări al căror neașteptat răspuns este: Ei bine, nu este vorba despre un joc. Este ceva ce ne aduce față în față cu o realitate pe care cu greu ne-o întipărim în minte, şi anume că viețuim într-un tip special de spațiu – unul

tridimensional și plan – ale cărui proprietăți sunt de nezdruncinat. Întrebându-ne ce operații sunt necesare pentru a face ca un model anume să se rotească asupra lui însuși, descoperim legile invizibile care guvernează spațiul nostru. Există doar anumite tipuri de simetrii pe care spațiul nostru le poate suporta, nu doar în materie de modele create de om, ci și în simetriile pe care natura le impune structurilor ei atomice fundamentale.

Structurile care consfințesc, ca să spunem așa, modelele naturale ale spațiului sunt cristalele. Și când privești un cristal neatins de mâna omului – un spat de Islanda, să zicem – ești șocat să descoperi că nu există un motiv evident care să explice de ce fețele sale trebuie să fie regulate. Nu este evident nici măcar de ce ele sunt plate. Așa se prezintă cristalele; suntem obișnuiți ca ele să aibă structură regulată și simetrică; dar de ce este așa? Ele nu au fost astfel alcătuite de om, ci de natură. Fața plată este felul în care au trebuit să se așeze atomii: unul lângă celălalt. Aspectul plat și regularitatea au fost impuse materiei de spațiu cu aceeași

finalitate cu care spațiul a dat modelelor maure simetriile pe care le-am analizat.

Să luăm ca exemplu un frumos cub de pirită. Sau, după mine cel mai minunat cristal dintre toate, fluorina – un octaedru. (Aceasta este de asemenea și forma naturală a cristalului de diamant.) Simetriile le sunt impuse acestor cristale de natura spațiului în care trăim: de cele trei dimensiuni, de spațiul plan în care viețuim. Și nici o structură atomică nu poate încălca această lege crucială a naturii. Asemenea tuturor unităţilor care compun un tipar, atomii dintr-un cristal sunt dispuși în toate direcțiile. Astfel că un cristal, la fel ca un tipar, trebuie să posede o formă care să se poată extinde sau repeta în toate direcțiile la nesfârșit. De aceea fețele unui cristal pot avea doar anumite forme; ele nu pot avea alte forme decât cele conforme cu simetriile tiparelor. De exemplu, singurele rotații care sunt posibile se repetă de două sau de patru ori pentru a efectua o răsucire completă, sau de trei ori, sau de șase ori – dar nu de mai multe ori. Și în nici un caz de cinci ori. Nu se poate face ca o

concentrare de atomi să alcătuiască triunghiuri care să se așeze corect în spațiu câte cinci deodată.

Teoretizarea acestor tipare, epuizând în practică posibilitățile de simetrie a spațiului (cel puțin pe două dimensiuni), a reprezentat marea realizare a matematicii arabe. Și conţine o splendidă finalitate veche de o mie de ani. Sultanul, femeile goale, eunucii și muzicanții orbi alcătuiau un minunat tipar formal, în care explorarea a ceea ce există era perfectă, dar care, vai, nu căuta cu nici un chip schimbarea. Nimic nou nu a apărut în matematică, pentru că nimic nou nu a apărut în gândirea umană; lucru petrecut până când ascensiunea omului a căpătat o dinamică diferită.

Creștinismul a început să recucerească nordul Spaniei începând cu anul 1000 d.Hr., pornind din avanposturi precum satul Santillana de pe fâșia de coastă pe care maurii nu au cucerit-o niciodată. Aici, creștinismul este o religie telurică, exprimată în imaginile simple ale satului – boul, asinul, Mielul lui Dumnezeu. Imaginile

animale ar fi de neconceput în cultul musulman. Dar în creștinism nu doar forma animală este îngăduită; Fiul lui Dumnezeu este un copil, Maica sa este o femeie care face obiectul unui cult individual. Când Fecioara este purtată în procesiune, ne aflăm într-un univers diferit al imaginii: nu unul al modelelor abstracte, ci unul însuflețit de preaplinul nestăvilit al vieții.

Iar când creștinismul a purces la recucerirea Spaniei, însuflețirea luptei a ajuns la frontiera imperiului maur. Aici mauri, creștini și evrei deopotrivă trăiau laolaltă, dând naștere unei extraordinare culturi multiconfesionale. În 1085, centrul acestei culturi a diversității s-a stabilit pentru o bucată de timp la Toledo. Orașul Toledo era portul de intrare în Europa creștină al tuturor clasicilor pe care arabii îi reuniseră, din Grecia, până în Orientul Mijlociu și Asia.

Considerăm că Italia este locul de naștere al Renașterii. Dar începuturile acesteia s-au aflat în Spania secolului al XII-lea, și simbolul acestor începuturi îl reprezintă faimoasa școală de traducători de la Toledo, unde textele antice erau

transpuse din grecește (limbă uitată în Europa), pe filieră arabă și ebraică, în latină. La Toledo, pe lângă alte realizări intelectuale, s-a întocmit o ediție timpurie de tabele astronomice, sub forma unei enciclopedii a pozițiilor stelare. Este un fapt specific orașului și epocii că tabelele sunt creștine, dar numeralele sunt arabe, de-acum într-o formă modernă recognoscibilă.

Cel mai celebru și mai înzestrat dintre toți acești traducători a fost Gerard de Cremona, care a venit din Italia cu scopul precis de a găsi un exemplar din volumul de astronomie al lui Ptolemeu, *Almageste*, și a rămas la Toledo pentru a traduce din operele lui Arhimede, Hipocrate, Galen și Euclid – clasicii științei grecești.

Și totuși, pentru mine personal, cel mai remarcabil și, pe termen lung, cel mai influent dintre autorii traduși nu a fost grec. Acest lucru se datorează faptului că sunt preocupat de percepția obiectelor în spațiu. Iar în privința acestui subiect grecii s-au înșelat cu desăvârșire. Subiectul a fost în schimb pentru prima oară înțeles în jurul anului 1000 d.Hr. de către un

matematician excentric, cunoscut sub numele de Alhazen, care a fost cu adevărat unica minte științifică originală produsă de cultura arabă. Grecii au crezut că lumina călătorește dinspre ochi către obiecte. Alhazen a fost primul care a descoperit că putem vedea un obiect pentru că fiecare punct al său direcționează și reflectă o rază de lumină către ochi. Perspectiva grecească nu putea explica de ce anume un obiect, mâna mea să spunem, pare să își modifice dimensiunile atunci când se află în mișcare. În explicația lui Alhazen, este limpede că acel con de raze care provine de la conturul și forma mâinii mele se îngustează pe măsură ce îndepărtez mâna de ochii privitorului. Dacă îmi mișc mâna spre ochii privitorului, conul de raze care îi pătrunde în ochi se face mai mare și produce un unghi mai mare. Iar acesta este absolut singurul lucru care explică diferența de mărime în cazul aceluiași obiect. Este o noțiune atât de simplă încât este uimitor cum de savanții nu i-au acordat nici un pic de atenție (singura excepție o constituie Roger Bacon) timp de șase secole. Însă artiștii au luat-o în serios

cu mult înaintea savanților, într-un mod practic. Conceptul conului de raze de lumină dinspre obiect înspre ochi devine fundamentul noțiunii de perspectivă. Iar perspectiva este ideea nouă care vine acum să reînsuflețească matematica.

Încântarea produsă de perspectivă s-a transmis artei în nordul Italiei, la Florența și la Veneția, în secolul al XV-lea. Un manuscris în traducere al *Opticii* lui Alhazen, care se găsește la Biblioteca Vaticanului din Roma, are adnotări făcute de Lorenzo Ghiberti, autorul celebrelor perspective de bronz pentru ușile baptisteriului din Florența. El nu este unicul pionier al perspectivei – și Filippo Brunelleschi ar putea avea acest statut – și au fost îndeajuns de mulți încât să formeze o școală identificabilă a adepţilor perspectivei. Era o școală de gândire, deoarece scopul ei nu era doar să dea veridicitate obiectelor, ci să creeze impresia mișcării lor în spațiu.

Mișcarea devine evidentă de îndată ce comparăm o lucrare creată de unul dintre adepţii perspectivei cu una anterioară. Tabloul lui Carpaccio care o înfățișează pe Sf. Ursula părăsind un port care aduce vag cu Veneția a

fost pictat în 1495. Este evident faptul că spațiul vizual capătă o a treia dimensiune, tot astfel cum în aceeași perioadă urechea percepe o altă profunzime și dimensiune sonoră în armoniile muzicii europene. Dar efectul ultim nu ține atât de mult de profunzime, cât de mișcare. Ca și în muzica nouă, tabloul și personajele sale sunt în mișcare. Mai presus de orice, simțim că însuși ochiul pictorului se mișcă.

Să comparăm tabloul cu o frescă a Florenței pictată cu o sută de ani mai devreme, prin anul 1350 d.Hr. Este o vedere panoramică a orașului privit din afara zidurilor, și pictorul privește naiv de deasupra zidurilor și acoperișurilor, ca și cum casele ar fi dispuse pe rânduri. Dar aceasta nu este o chestiune de îndemânare, ci una de intenție. Nu se urmărește perspectiva, deoarece pictorul a crezut despre sine că este un cronicar vizual al obiectelor, privite nu așa cum arată, ci așa cum sunt: privite prin ochiul lui Dumnezeu, ca o hartă a adevărului veșnic.

Pictorul preocupat de perspectivă are intenții diferite. El ne face în mod deliberat să ne îndepărtăm de orice

vedere abstractă și absolută. Pictorul imortalizează pentru noi un moment mai degrabă decât un loc, mai exact un moment pasager: un punct de vedere situat mai mult în timp decât în spațiu. Și toate acestea se obțineau prin mijloace matematice precise. Această tehnică a fost înregistrată cu minuțiozitate de către Albrecht Dürer, care a călătorit în Italia în 1506 pentru a învăța „arta secretă a perspectivei“. Desigur, Dürer și-a ales el însuși un moment anume în timp; iar dacă recreăm scena artistului, îl putem vedea cu ochii minții alegându-și momentul dramatic. S-ar fi putut opri relativ repede din mișcarea circulară în jurul modelului. Sau ar fi putut face un ocol întreg în jurul modelului, înghețând imaginea ulterior. Dar el a ales să deschidă larg ochii, ca o diafragmă de aparat foto, în momentul cel mai prielnic, când privește modelul frontal. Perspectiva nu este un punct de vedere anume, ci o operațiune activă și continuă.

Meșteșugul timpuriu al perspectivei necesita un obiect de observație și o grilă pentru a imortaliza clipa manifestării priveliştii. Dispozitivul de observație

provine din astronomie, iar hârtia cu pătrățele pe care era desenat obiectul este astăzi un obiect uzual în matematică. Toate detaliile naturale care îi produc încântare lui Dürer sunt expresii ale dinamicii timpului: boul și asinul, îmbujorarea tinerească din obrajii Fecioarei. Este vorba de tabloul *Adorația magilor*. Magii veniți dinspre răsărit și-au descoperit steaua, și ea nu anunță altceva decât nașterea timpului.

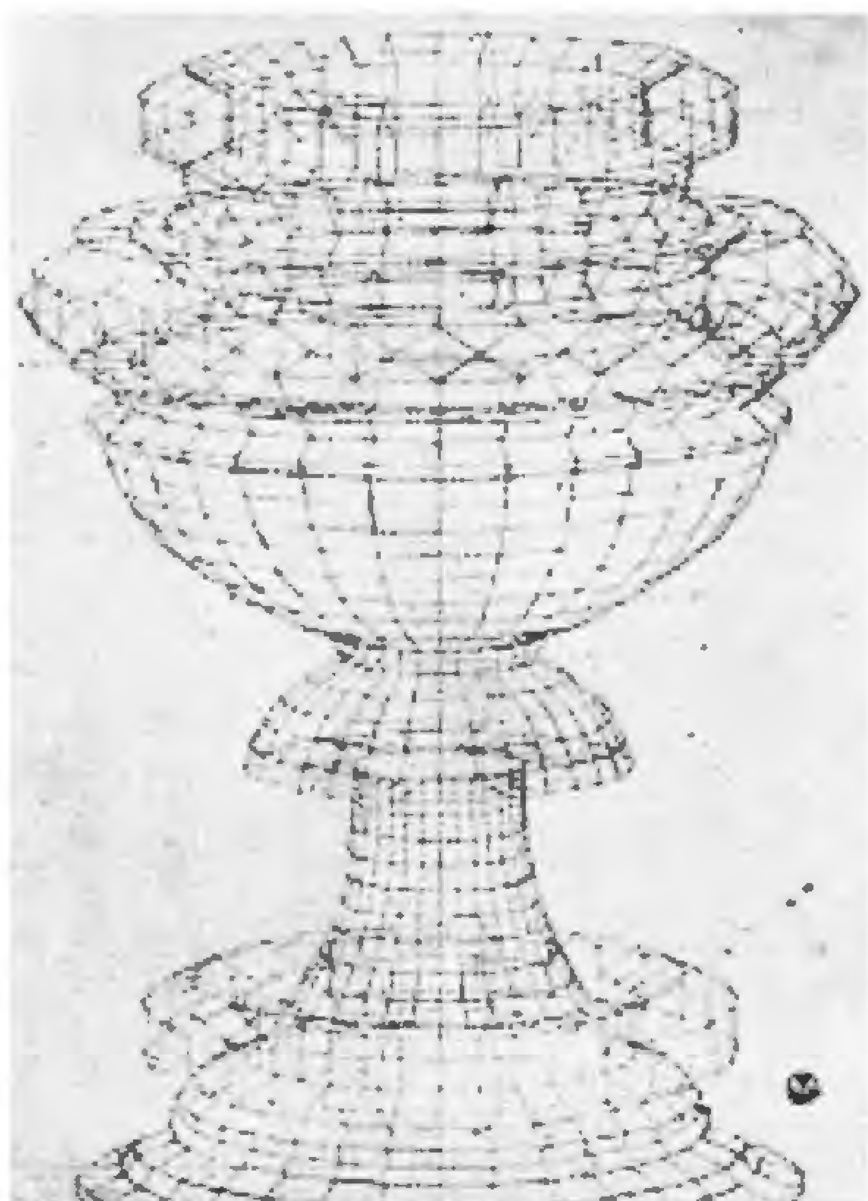
Potirul din centrul tabloului lui Dürer a fost piatra de încercare în predarea și învățarea perspectivei. De exemplu, deținem analiza lui Uccello asupra felului în care arată potirul; o putem roti într-o simulare computerizată, așa cum a rotit artistul perspectivist obiectul. Ochiul său a funcționat ca o masă rotativă, pentru a urmări și explora forma în schimbare a obiectului, alungirea cercurilor care se preschimbă în elipse, și pentru a imortaliza momentul în timp ca pe o urmă lăsată în spațiu.

Analizarea mișcării în schimbare a unui obiect, așa cum se poate urmări astăzi pe un computer, era un lucru

absolut de neconceput pentru intelectul grecesc și islamic. Aceştia cercetau întotdeauna lucrurile neschimbate și statice, lumea atemporală a ordinii perfecte. Forma cea mai desăvârșită pentru ei era cercul. Mișcarea se petrecea lin şi uniform în cerc; aceasta era armonia sferelor.

De aceea sistemul lui Ptolemeu a fost construit având la bază cercul, în interiorul căruia timpul curgea uniform și imperturbabil. Dar mișcările din lumea reală nu sunt uniforme. Ele își modifică direcția și viteza în fiecare moment, și nu pot fi analizate înainte de inventarea unei matematici în care timpul să fie o variabilă. În ceruri, aceasta este o problemă teoretică, dar pe Pământ este cât se poate de practică și directă: în zborul unui proiectil, în creșterea unei mlădițe, în căderea unei singure picături de lichid care suferă schimbări abrupte de formă și direcție. Renașterea nu a beneficiat de echipamentul tehnic care să deruleze imaginea cadru cu cadru. Însă Renașterea a avut la dispoziție echipamentul intelectual: ochiul

interior al pictorului și logica matematicianului.



19. Momentul în timp ca o urmă lăsată în spațiu.
Analiza perspectivei unui potir – desen de Paolo Uccello

Astfel, după anul 1600, lui Johannes Kepler i s-a întărit convingerea că mișcarea unei planete nu este nici circulară și nici uniformă. Este de fapt vorba de o elipsă pe care planeta se deplasează cu viteze variabile. Ceea ce înseamnă că vechea matematică a tiparelor statice nu mai este suficientă, și nici matematica mișcării uniforme. Este nevoie de o

nouă matematică pentru a defini și a opera cu conceptul de mișcare instantanee.

Matematica mișcării instantanee a fost inventată de două minți strălucite ale sfârșitului de secol XVII: Isaac Newton și Gottfried Wilhelm Leibniz. Astăzi ne este atât de ușor să ne imaginăm timpul ca pe un element natural în descrierea naturii; dar lucrurile nu au stat întotdeauna astfel. Ei doi sunt cei care au încetățenit ideile de tangentă, de accelerație, de plan înclinat, de infinitezimal și diferențial. Mai există un cuvânt care a căzut în desuetudine, dar care este numele cel mai potrivit pentru acel flux al timpului pe care Newton l-a imortalizat precum diafragma unui aparat foto: *fluxioni* a fost numele dat de Newton entităților care fac obiectul calculului diferențial (denumire dată de Leibniz). Dacă ne gândim la această descoperire doar ca la o tehnică ceva mai avansată, pierdem din vedere conținutul real al acesteia. Prin ea, matematica devine un mod de gândire dinamic, ceea ce reprezintă un important pas mental în ascensiunea omului. Conceptul

tehnic care face ca această matematică să funcționeze este, oarecum curios, conceptul unui pas infinitezimal; iar marea descoperire intelectuală a constituit-o conferirea unui înțeles riguros acestui concept. Însă putem lăsa conceptul tehnic în seama profesioniștilor, mulţumindu-ne să-i spunem matematică a schimbării.

Legile naturii au fost alcătuite din numere încă de când Pitagora a spus că numerele reprezintă limbajul naturii. Însă de acum înainte, limbajul naturii avea să includă numere care descriau timpul. Legile naturii devin astfel legi ale mișcării, și natura însăși devine un proces în mișcare, nu doar o simplă înșiruire de cadre statice.

Capitolul 6
MESAGERUL STELELOR

Prima știință în accepțiune modernă care s-a dezvoltat în sânul civilizației mediteraneene a fost astronomia. Este firesc să se ajungă la astronomie direct din matematică; la urma urmei, astronomia a fost elaborată prima și a devenit model pentru celelalte științe pur și simplu pentru că a putut fi transformată în numere exacte. Nu este vorba despre vreun capriciu din partea mea. Ar putea fi considerat un capriciu faptul că încep să descriu drama primei științe din bazinul mediteraneean pornind din Lumea Nouă.

Rudimente de astronomie există în toate culturile, și aceasta a făcut în mod evident parte din preocupările popoarelor din vechime de pe întreg cuprinsul globului. Avem cel puțin un motiv care să explice limpede acest fapt. Astronomia reprezintă cunoașterea care ne călăuzește de-a

lungul ciclului anotimpurilor – de exemplu, prin mișcarea aparentă a Soarelui. Cu ajutorul acesteia, se poate stabili un timp când oamenii ar trebui să însămânțeze, să culeagă recolta, să își mute turmele și așa mai departe. Astfel, toate culturile populațiilor sedentare au un calendar care să le călăuzească activităţile, lucru tot atât de valabil pentru Lumea Nouă pe cât a fost și pentru civilizațiile potamice din Babilon și Egipt.

Un exemplu îl reprezintă civilizația maya care a înflorit înainte de anul 1000 d.Hr. în istmul american dintre Oceanele Atlantic și Pacific. Aceasta poate fi considerată pe drept cuvânt cea mai avansată dintre toate culturile Americii, deoarece avea o limbă scrisă, abilități inginerești și arte originale. Complexele de temple mayașe, cu piramidele lor înalte, adăposteau un număr de astronomi, și pe un altar impunător de piatră ni s-au păstrat portretele unui grup de astronomi. Altarul comemorează un congres astronomic din vechime, care a avut loc în anul 776 d.Hr. Șaisprezece matematicieni au venit la acest congres, ţinut în faimosul

centru al științei mayașe, orașul sacru Copan din America Centrală.

Mayașii aveau un sistem aritmetic mult mai avansat decât cel european; de exemplu, aveau un simbol pentru cifra zero. Erau excelenți matematicieni; totuși, nu au cartografiat mișcările stelelor, cu excepția celor mai simple. În schimb, ritualurile lor erau dominate de curgerea timpului, și această preocupare formală era dominantă nu doar în astronomia lor, ci și în poeziile și legendele mayașe.

Când marea reuniune a învățaților a avut loc la Copan, preoții-astronomi mayași s-au lovit de o mare dificultate. Ne putem imagina că o dificultate atât de serioasă, încât să necesite prezența unor savanți delegați proveniți din diferite centre, ar avea de-a face cu vreo problemă reală de observație. Însă ne-am înșela făcând o asemenea presupunere. Congresul fusese convocat pentru rezolvarea unei probleme de calcul aritmetic care le dădea bătăi de cap perpetue custozilor calendarului mayaș. Ei aveau în grijă două calendare, unul sacru și unul profan, care nu rămâneau niciodată

sincronizate pentru mult timp; și își utilizau resursele de inventivitate încercând să rezolve problema acestei abateri dintre calendare. Astronomii mayași nu dispuneau decât de reguli simple referitoare la mișcările corpurilor cerești, și nu aveau idee despre mecanismele complexe ale acestora. Ideea mayașilor despre astronomie era una pur formală, având de-a face cu menținerea calendarelor în parametri corecți. Îndreptarea calendarului este singurul eveniment care s-a petrecut în 776 d.Hr. când delegații au pozat cu mândrie pentru portretul de grup.

Faptul este că astronomia nu se rezumă la alcătuirea calendarelor. Mai există o utilizare a ei printre popoarele din vechime, chiar dacă nu una universală. Mișcările stelelor pe cerul nopții pot servi drept călăuze călătorului, și în special călătorului pe mare, care nu are la dispoziție alte repere. Aceasta era întrebuințarea dată astronomiei de către navigatorii din bazinul mediteraneean al Lumii Vechi. Cât privește Lumea Nouă, după cât ne putem da seama, popoarele de

aici nu au folosit astronomia drept ghid științific pentru călătoria pe uscat și pe mare. Iar fără astronomie este cu neputință să te orientezi pe distanțe mari, sau chiar să îți faci o idee teoretică despre forma Pământului, ca și despre uscatul și mările lui. Columb s-a folosit de o astronomie, în accepțiunea noastră, învechită și rudimentară, atunci când a pornit pe mare către celălalt capăt al lumii: de pildă, el a crezut că Pământul este mult mai mic decât în realitate. Cu toate acestea, Columb a descoperit Lumea Nouă. Nu se poate să fie o simplă întâmplare faptul că Lumii Noi nu i-a dat nicicând prin gând că Pământul este rotund, și nu a pornit niciodată în căutarea Lumii Vechi. Lumea Veche a fost cea care a navigat în jurul Pământului pentru a descoperi Lumea Nouă.

Astronomia nu reprezintă vreo culme a științei sau a inventivității. Dar reprezintă o piatră de încercare pentru tipul de temperament și inteligență care caracterizează o cultură. Corăbierii mediteraneeni, începând cu grecii din vechime, au avut o curiozitate intelectuală ieșită din comun, în care se combinau

aventura și logica – empiricul și raționalul – pentru a da naștere unui mod unic de cercetare. Ceea ce nu s-a întâmplat în Lumea Nouă.

Putem spune atunci că Lumea Nouă nu a inventat nimic? Sigur că nu. Până și o cultură primitivă precum cea de pe Insula Paștelui a produs o invenție extraordinară: ridicarea unor statui uriașe și uniforme. Nicăieri în lume nu se mai găsesc asemenea statui, iar oamenii își pun, ca de obicei, tot soiul de întrebări marginale și oarecum irelevante în privința lor. De ce au fost sculptate în felul acesta? Cum au fost transportate? Cum au ajuns chiar în locul în care se găsesc acum? Dar nu întrebările acestea sunt problema critică. Stonehenge, monument aparținând unei civilizații megalitice mult mai vechi, a fost mult mai dificil de înălțat; la fel și Avebury, și multe alte monumente. În fapt, culturile primitive își croiesc drum înainte centimetru cu centimetru prin aceste enorme eforturi colective de construcție.

Întrebarea fundamentală despre aceste statui este următoarea: De ce au fost sculptate să arate *identic*? Le

putem vedea acolo asemenea unor Diogene aşezaţi în propriul butoi, privind cerul cu orbitele lor goale și urmărind Soarele și stelele trecând pe cerul de deasupra fără a încerca vreodată să le înțelegem. Când olandezii au descoperit insula în Duminica Paștelui din anul 1722, au consemnat că avea toate înzestrările unui paradis terestru. Dar nu era adevărat. Un paradis terestru nu este alcătuit din această repetiție sterilă, asemenea unui animal captiv care se rotește în cușcă, făcând mereu același lucru. Aceste chipuri împietrite, aceste cadre înghețate în nemișcare dintr-un film pe sfârșite, sunt semnul unei civilizații care a eșuat să facă primul pas pe calea ascensiunii cunoașterii raționale. Acesta este eșecul culturilor din Lumea Nouă, muribunde într-o simbolică eră glaciară.

Insula Paștelui se află la o distanță de peste 1.500 de kilometri de cea mai apropiată insulă locuită, Insula Pitcairn, situată la vest. Și la peste 2.000 de kilometri de următoarele, Insulele Juan Fernandez la est, unde a naufragiat în 1704 Alexander Selkirk, adevăratul Robinson Crusoe. Nu se

pot parcurge pe mare asemenea distanțe dacă nu dispui de o hartă cerească și de pozițiile stelelor, cu ajutorul cărora să te orientezi. O întrebare frecventă despre Insula Paștelui este: Cum a ajuns omul aici? Din pură întâmplare, fără nici o îndoială. Ar trebui să ne întrebăm de fapt: De ce nu a mai putut pleca? Oamenii nu au mai putut părăsi insula deoarece nu posedau un concept al mișcării stelelor, cu ajutorul căruia să își găsească drumul.

De ce nu? Un motiv evident este acela că pe cerul sudului nu există nici o Stea Polară. Știm că acest lucru este important, deoarece joacă un rol și în migrația păsărilor, care își găsesc drumul cu ajutorul Stelei Polare. Poate acesta este și motivul pentru care cele mai multe păsări migrează în emisfera nordică, nu în cea sudică.

Absența unei Stele Polare ar putea avea o însemnătate aici, în emisfera sudică, dar nu şi dacă o raportăm la întreaga Lume Nouă. Deoarece aici există America Centrală, aici există Mexic şi o mulțime de alte locuri în care nu s-a știut nimic despre

astronomie, dar care sunt situate la nord de Ecuator.

Ce anume s-a întâmplat în aceste locuri? Nu se știe. Personal cred că le-a lipsit acea imagine dinamică esențială, care a influențat profund Lumea Veche: roata. Roata a fost doar o jucărie în Lumea Nouă. Dar în Lumea Veche ea reprezenta imaginea emblematică a poeziei și a științei; totul se sprijinea pe roată. Această conștiință a cerurilor care se rotesc în jurul osiei lor l-a inspirat pe Cristofor Columb să pornească pe mare în 1492, iar osia era însuși Pământul rotund. Ideea aceasta a moştenit-o de la greci, care credeau că stelele sunt fixate pe sfere a căror rotire produce o muzică proprie. Roți în interiorul altor roți. Acesta era sistemul lui Ptolemeu, conceput cu mai mult de 1000 de ani mai devreme.

Cu mai bine de o sută de ani înainte de plecarea pe mare a lui Cristofor Columb, Lumea Veche a reușit să producă un model mecanic al bolții cerești. A fost construit de Giovanni de Dondi la Padova, în jurul anului 1350. Acesta a avut nevoie de 16 ani pentru a-l construi, și din

păcate originalul nu s-a păstrat. Din fericire, s-a putut construi o reproducere a acestuia pe baza schițelor autorului, iar Institutul Smithsonian din Washington adăpostește astăzi acest minunat model de astronomie proiectat de Giovanni de Dondi.

Dar mai presus de minunea mecanică putem pune conceptul intelectual, care ne vine de la Aristotel, Ptolemeu și alți învățați din Grecia antică. Ceasul astronomic al lui de Dondi reprezintă viziunea acestora asupra planetelor așa cum se văd de pe Pământ. De aici, se văd șapte planete – sau cel puțin așa credeau anticii, care considerau și Soarele o planetă ce orbitează în jurul Pământului. Astfel, mecanismul este prevăzut cu șapte fețe, sau cadrane, și pe fiecare față este dispusă o planetă. Calea urmată de planetă pe cadranul dedicat ei este (aproximativ) aceeași cu cea observată de pe Pământ – mecanismul este tot atât de exact pe cât a fost observația astronomică la data efectuării sale. Când traiectoria apare circulară de pe Pământ, este circulară și pe cadran; acest lucru a fost ușor de realizat. Dar când

traiectoria unei planete descrie o buclă spre interior, după cum se observă de pe Pământ, de Dondi utilizează o combinație mecanică de roți care copiază epiciclurile (adică rotirea cercurilor în alte cercuri), cu ajutorul cărora Ptolemeu a descris acest tip de mișcare.

Primul corp ceresc înfățișat este Soarele: o orbită circulară, după cum se credea atunci. Următorul cadran reprezintă planeta Marte: mișcarea ei este cea a unei roți mecanice în interiorul altei roți. Apoi Jupiter: roți din ce în ce mai complexe în interiorul altor roți. Apoi Saturn: roți în interiorul altor roți. Ajungem apoi la Lună: cadranul ei este simplu, deoarece Luna este cu adevărat un satelit al Pământului, iar traiectoria ei este redată drept circulară. În cele din urmă, ajungem la cadranele dedicate celor două planete aflate între Pământ și Soare: adică întâi Mercur, și apoi Venus. Și, din nou, avem în fața ochilor aceeași imagine: roata care poartă planeta Venus se învârte în interiorul unei roți ipotetice, de dimensiuni mai mari.

Acest ceas astronomic este un minunat concept intelectual; și unul

extrem de complex – ceea ce face încă și mai remarcabil faptul că în anul 150, nu mult după nașterea lui Hristos, grecii au fost în stare să conceapă și să exprime matematic această superbă construcție. Și atunci ce este în neregulă cu ea? Un singur lucru: anume că sunt doar șapte cadrane pentru obiectele cerești și că aceste corpuri cerești ar trebui să fie definite de un singur mecanism, nu de șapte. Dar acest mecanism a fost descoperit abia când Copernic a plasat Soarele în centrul sistemului planetar, în anul 1543.

Nicolaus Copernic a fost un distins cleric și intelectual umanist din Polonia, născut în anul 1473. A studiat dreptul și medicina în Italia; i-a sfătuit pe conducătorii țării în adoptarea unei reforme monetare; iar papa i-a solicitat ajutorul în vederea reformării calendarului. Ultimii 12 ani din viață și i-a dedicat, în linii mari, crezului extrem de modern că natura trebuie să fie simplă. De ce erau traiectoriile planetare atât de complicate? Deoarece, a conchis Copernic, le privim din locul în care se întâmplă

să ne aflăm, adică de pe Pământ. Asemenea pionierilor perspectivei, Copernic a întrebat: De ce să nu privim corpurile cerești din alt loc? Putem spune că o serie de motive renascentiste, mai degrabă emoționale decât raționale, sunt cele care l-au făcut să aleagă Soarele strălucitor ca reprezentant al acestui alt loc.

> În mijlocul tuturor lucrurilor domneşte Soarele. În acest templu neasemuit de frumos, am putea așeza acest minunat luminător într-un loc mai potrivit din care să poată ilumina toate lucrurile în același timp? Pe bună dreptate i se spune Opaiţul, Mintea și Conducătorul universului; Hermes Trismegistos îl numește Zeul Vizibil, Electra lui Sofocle îi spune Atotvăzătorul. Astfel Soarele stă ca pe un tron împărătesc, domnind peste copiii săi, planetele, care se învârt în jurul lui.

Știm astăzi că lui Copernic îi venise de mult timp ideea să plaseze Soarele în centrul sistemului planetar. Este foarte posibil să fi scris prima schiță experimentală și nonmatematică a sistemului său planetar înainte de împlinirea vârstei de 40 de ani.

Totuși, sistemul propus de el nu era ceva care să treacă neobservat într-o epocă de tulburări religioase. În 1543, la aproape 70 de ani, Copernic și-a făcut în sfârșit curaj să își publice descrierea matematică a sistemului planetar, pe care a intitulat-o *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (*Despre revoluțiile corpurilor cerești)* și în care planetele formează un sistem unic care se învârte în jurul Soarelui. (Cuvântul „revoluție“ a căpătat astăzi o rezonanță care nu mai are legătură cu astronomia, și acest fapt nu este un accident. Termenul provine din această epocă și derivă din acest subiect.) Copernic a închis ochii în același an. Se spune că a apucat să vadă un singur exemplar din cartea sa, și asta o singură dată, când i-a fost pusă în mâini pe patul de moarte.



20. Copernic a plasat Soarele în centrul sistemului planetar în anul 1543. *Două pagini din* De Revolutionibus Orbium Coelestium

Apariția furtunoasă a Renașterii ca mișcare unitară – în religie, artă, literatură, muzică și științe matematice – a constituit o coliziune frontală cu întregul sistem medieval. Nouă, astăzi, includerea mecanicii lui Aristotel și a astronomiei lui Ptolemeu în sistemul medieval ni se pare întâmplătoare. Dar pentru contemporanii lui Copernic, ele reprezentau ordinea naturală și vizibilă a lumii. Roata ca ideal grecesc al mișcării perfecte a devenit o zeitate pietrificată, la fel de rigidă precum

calendarul mayaș sau statuile uriașe din Insula Paștelui.

Sistemul lui Copernic a părut nefiresc în epocă, chiar dacă planetele se deplasează tot pe orbite circulare. (Un savant născut ceva mai târziu, Johannes Kepler, a fost cel care, în perioada pragheză a carierei sale, a arătat că orbitele sunt în realitate eliptice.) Nu acest fapt îl deranja pe omul de pe stradă și pe prelatul din amvon. Ei erau atașați de ideea roților cerești: însă corpurile cerești trebuiau să se rotească în jurul Pământului, ca într-un marș al cetelor îngerești. Acest fapt devenise un element doctrinar, ca și cum Bisericii i se întipărise în minte că sistemul lui Ptolemeu nu a fost inventat de un grec din Levant, ci de însuși Atotputernicul. În mod clar, problema nu era una de doctrină, ci de autoritate. Chestiunea avea însă să atingă punctul culminant 70 de ani mai târziu, la Veneția.

În anul 1564 s-au născut doi titani: unul a fost William Shakespeare în Anglia, celălalt Galileo Galilei în Italia. Când marele dramaturg englez scrie despre drama puterii în epoca sa, el o

situează de două ori în Republica Venețiană: mai întâi în *Negutătorul din Veneția*, apoi în *Othello*. Și aceasta pentru că în anul 1600 Mediterana era încă privită drept centrul lumii, iar Veneția era centrul de interes al Mediteranei. În acest oraş veneau să se realizeze profesional oameni ambițioși, deoarece erau liberi să lucreze fără constrângeri: negustori, aventurieri și intelectuali, o mulțime de artiști și artizani care populau străzile lagunei, așa cum se întâmplă și astăzi.

Venețienii aveau reputația unui neam secretos și prefăcut. Veneția era un port liber, cum am spune astăzi, și avea ceva din aerul conspirativ de care nu pot scăpa orașe neutre precum Lisabona sau Tanger. La Veneția a fost atras în cursă de către un fals protector Giordano Bruno în 1592, și dat pe mâna Inchiziției, care l-a ars pe rug la Roma opt ani mai târziu.

Însă cu siguranță venețienii erau un neam practic. Galilei a întreprins cercetări sistematice în domeniul științelor fundamentale. Dar ceea ce i-a făcut pe venețieni să îl angajeze ca profesor de matematici la Padova a

fost, bănuiesc, talentul lui pentru invenții practice. Unele dintre ele se păstrează în colecția de istorie de la Accademia del Cimento din Florența, și sunt extraordinar de bine proiectate și executate. Există un aparat întortocheat din sticlă pentru măsurarea dilatării lichidelor, care aduce a termometru; și un delicat cântar hidrostatic pentru aflarea densității obiectelor prețioase după principiul lui Arhimede. Și mai există un obiect pe care Galilei, care avea stofă de negustor, l-a botezat „busolă militară“, deși în realitate este un instrument de calcul care seamănă întru câtva cu rigla de calcul modernă. Galilei producea aceste obiecte în atelierul propriu, de unde le și punea în vânzare. A scris și un manual de utilizare pentru „busola militară“ concepută de el, pe care l-a publicat în propria sa casă: a fost una dintre primele scrieri ale lui Galilei care au văzut lumina tiparului. Aceasta era știința practică și cu potențial comercial pe care o admirau venețienii.

Aș că nu ne surprinde faptul că, la sfârșitul anului 1608, niște opticieni flamanzi care au inventat un model

primitiv de lunetă, au încercat să își vândă produsul Republicii Venețiene. Însă Republica avea în serviciul propriu, în persoana lui Galilei, un savant și un matematician incomparabil mai valoros decât oricare altul din nordul Europei – fiind totodată un agent de publicitate mult mai bun, care, atunci când a construit un telescop, i-a adunat pe membrii Senatului Venețian în turnul Campanilei pentru a le face o demonstraţie.

Galilei era un bărbat scund, solid, activ și roșcat, cu mai mulți copii decât s-ar cuveni să aibă un burlac. Avea 45 de ani când i-au ajuns la ureche veștile despre invenția flamanzilor, lucru care i-a aprins imaginația. Ideea i-a venit după o noapte de gândire, fabricând un instrument tot atât de bun, cu mărirea de ordinul 3, care este un pic mai eficient decât un binoclu de operă. Dar înainte să urce în Campanila din Veneția, Galilei a îmbunătățit mărirea la 8 sau la 10, ceea ce i-a transformat luneta într-un veritabil telescop. Cu acesta, din vârful Campanilei, când orizontul se găsește la o distanță de aproximativ

30 de kilometri, poți observa nu doar corabia pe mare, ci o poți identifica la o distanță de două ore de navigație și chiar mai departe. Iar această invenție valora o mulţime de bani pentru comercianţii de pe Rialto.

Galilei a descris aceste evenimente într-o scrisoare adresată cumnatului său din Florența, datată 29 august 1609:

> Trebuie să știi că acum aproape două luni s-a răspândit vestea că în Flandra contelui Mauriciu i-a fost prezentată o lunetă, alcătuită în așa fel încât lucrurile îndepărtate se văd apropiate prin ea, iar un om aflat la o depărtare de trei kilometri se vede deslușit. Mi s-a părut că efectul acesteia este atât de minunat încât am căzut pe gânduri; și cum mi s-a părut că trebuie să se sprijine pe știința perspectivei, am început să mă gândesc eu însumi la confecționarea uneia; iar în cele din urmă am reușit, și mi-a ieșit negrăit de bine, încât luneta mea a întrecut cu mult în renume pe cea construită de flamanzi. Iar vestea că am construit o lunetă a ajuns la Veneția, și acum șase zile am fost chemat de către Signorie, în fața căreia a trebuit să o arăt, dimpreună cu întreg Senatul, spre infinita uimire a tuturor; și au fost

> mulți domni și senatori care, deși trecuți binișor de prima tinerețe, au urcat de mai multe ori scările celor mai înalte campanile din Veneția ca să observe pe mare pânze și corăbii atât de îndepărtate, încât, apropiindu-se cu vânt în pânze de port, au avut nevoie de mai bine de două ore pentru a putea fi întrezărite fără luneta mea. Căci, de fapt, efectul acestui instrument este acela de a înfățișa un obiect care se află, de pildă, la o depărtare de 80 de kilometri, tot atât de mare și de apropiat ca și cum s-ar afla la doar 8 kilometri.

Galilei este creatorul metodei științifice moderne. Și a reușit acest lucru într-un interval de șase luni de la triumful său din Campanila venețiană, cam în tot atât timp cât ar fi avut nevoie orice alt om de știință. Lui Galilei i-a trecut prin minte că nu era suficient să transforme jucărioara flamandă într-un instrument de navigație. Ea putea fi transformată tot atât de bine într-un instrument de cercetare: o idee absolut nouă în epocă. El a urcat puterea de mărire a telescopului la 30, după care l-a îndreptat spre stele. Astfel, el a înfăptuit pentru prima oară ceea ce

considerăm că reprezintă o știință practică: a construit aparatul, a efectuat experimentul, a publicat rezultatele. Și a făcut toate acestea în intervalul septembrie 1609–martie 1610, când a publicat la Veneția splendidul volum *Sidereus Nuncius* (*Mesagerul stelelor*), care oferea o relatare ilustrată a noilor sale observații astronomice. Ce se spunea în carte?

> [Am văzut] miriade de stele, care nu au mai fost văzute niciodată, și care le depășesc numeric de peste zece ori pe cele cunoscute până acum.
> Dar ceea ce va stârni de departe cea mai grozavă uimire și m-a făcut în mod special să solicit atenția tuturor astronomilor și filozofilor este faptul neîndoios că am descoperit patru planete, niciodată cunoscute sau observate de vreun astronom dinaintea mea.

Aceste planete erau sateliții lui Jupiter. *Mesagerul stelelor* ne povestește și cum a îndreptat apoi Galilei telescopul spre Lună. Galilei a fost primul care a publicat vreodată hărți ale Lunii. Ni s-au păstrat acuarelele lui.

> Este cu adevărat o priveliște minunată și încântătoare să vezi corpul ceresc al Lunii... Cu siguranță, ea nu posedă o suprafață plană și netedă, ci una aspră și neregulată și, la fel ca fața Pământului însuși, este în tot locul presărată cu protuberanțe vaste, hăuri adânci și sinuozități.

Ambasadorul englez la curtea dogelui venețian, Sir Henry Wotton, a raportat superiorilor săi de acasă evenimentele petrecute în ziua apariției *Mesagerului stelelor*:

> Profesorul de matematici de la Padova a [...] descoperit patru noi planete care se rotesc în jurul sferei lui Jupiter, pe lângă nenumărate alte stele fixe necunoscute; tot astfel [...] Luna nu este sferică, ci prevăzută cu o sumă de proeminențe. [...] Autorul are șansa nesperată să devină fie negrăit de faimos, fie negrăit de ridicol. Cu următoarea corabie, Înălțimea Voastră va primi din partea mea unul dintre aceste noi instrumente [optice], îmbunătățit de acest învățat.

Veștile erau de-a dreptul senzaționale. Reputația pe care și-a câștigat-o Galilei a fost chiar mai mare decât triumful repurtat în comunitatea negustorească. Și totuși

veștile nu erau la fel de bine primite de toată lumea, pentru că ceea ce Galilei văzuse pe cer, și arăta fără opreliști oricui era dornic să privească, dădea de înţeles că sistemul planetar al lui Ptolemeu era unul pur și simplu nefuncțional. Presupunerea curajoasă a lui Copernic fusese corectă, iar acum ea se dezvăluia fără rezerve lumii. Și asemenea multor descoperiri științifice de dată recentă, ea nu era câtuși de puțin pe placul părerilor preconcepute ale autorităților vremii.

Galilei a crezut că nu trebuie decât să arate că Nicolaus Copernic a avut dreptate, și toată lumea avea să-l asculte și să-l aprobe. Aceasta a fost prima sa greșeală: greșeala de a fi naiv în privința motivațiilor care îi animă pe oameni, greșeală comisă frecvent de oamenii de știință. A crezut de asemenea că renumele său era suficient de mare încât să-i permită să se întoarcă în Florența natală și să părăsească slujba plictisitoare și împovărătoare de profesor la Padova, renunțând odată cu ea la protecția Republicii Venețiene, un stat sigur și în esență anticlerical. Aceasta a fost cea de-a

doua greșeală a lui Galilei și, în cele din urmă, cea fatală.

Succesele înregistrate de Reforma protestantă în secolul al XVI-lea au făcut ca Biserica Romano-Catolică să inițieze o brutală Contrareformă. Reacția împotriva lui Luther era în plin avânt; iar în Europa se ducea o bătălie pentru autoritate. În 1618 a început Războiul de Treizeci de Ani. În 1622, Roma a creat instituția pentru propagarea credinței, de la care am derivat cuvântul pe care încă îl folosim astăzi: *propagandă.* Catolicii și protestanții erau angajați în ceea ce am putea numi astăzi un război rece, în care, Galilei ar fi făcut bine s-o știe, orice om era tratat fără menajamente, indiferent de importanța socială. Raționamentul era extrem de simplu de ambele părți: cine nu este de partea noastră este un eretic. Până și un interpret atât de insolit al credinței precum cardinalul Bellarmine a găsit speculațiile astronomice ale lui Giordano Bruno intolerabile, și l-a trimis să fie ars pe rug. Biserica reprezenta și o mare putere laică, iar în acele vremuri încrâncenate ea purta o cruciadă

politică în care toate mijloacele erau scuzate de țelul ultim: etica statului polițienesc.

Personal sunt de părere că Galilei a manifestat o inocență stranie în materie de politică, și a fost încă și mai inocent în credința sa că va putea să ducă de nas autoritățile doar pentru că era inteligent. Mai bine de 20 de ani a înaintat pe o cale care a condus, inevitabil, la condamnarea lui. A fost nevoie de mult timp pentru a i se zădărnici eforturile; dar nu a existat niciodată vreun dubiu că Galilei va fi redus la tăcere, deoarece prăpastia ideatică dintre el și autorități era absolută. Autoritățile socoteau că credința trebuie să fie pe primul loc; iar Galilei credea că adevărul este cel care ar trebui să triumfe.

Această ciocnire de principii și, bineînțeles, de personalități a ieșit la iveală la procesul său din anul 1633. Dar fiecare proces politic are o lungă istorie secretă a celor întâmplate în culise. Iar istoria subterană a lucrurilor care s-au petrecut înainte de proces se găsește ferecată în arhivele secrete de la Vatican. Între toate aceste coridoare ințesate cu

documente, se găsește un seif modest în care Vaticanul păstrează documentele considerate cruciale. Aici se găsește, de pildă, solicitarea de divorț a lui Henric VIII – al cărei refuz a produs Reforma engleză și a condus la ruperea legăturilor cu Roma. Procesul lui Giordano Bruno nu a lăsat în urmă foarte multe documente, pentru că majoritatea au fost distruse; însă ce s-a păstrat se află aici.

Tot aici se află și faimosul Codice 1181, *Procedură împotriva lui Galileo Galilei*. Procesul a avut loc în 1633. Și primul lucru remarcabil este că documentele din acest dosar de procedură încep cu anul 1611, anul triumfului lui Galilei, când la Veneția, Florența și aici, la Roma, deja se adunau informații secrete împotriva savantului sub atenta supraveghere a Sfintei Inchiziții. Dovada care se găsește în cel mai vechi document, ce nu se află în acest dosar, este că instigatorul anchetei împotriva lui Galilei a fost nimeni altul decât cardinalul Bellarmine. Rapoartele au fost îndosariate în anii 1613, 1614 și 1615. Este și vremea în care Galilei însuși începe să-și facă griji. Astfel,

acesta merge neinvitat la Roma în încercarea de a-și convinge prietenii cardinali să nu interzică sistemul planetar al lui Copernic.

Dar este deja prea târziu. În februarie 1616, manuscrisul Codicelui consemnează oficial, în traducere liberă:

> Propoziții care urmează a fi interzise:
> că Soarele stă nemișcat în centrul cerurilor;
> că Pământul nu se află în centrul cerurilor, și nu este nemișcat, ci execută o dublă mișcare.

Galilei pare să fi scăpat deocamdată de o cenzură severă. În orice caz, este convocat să se prezinte în fața marelui Cardinal Bellarmine, unde este convins să nu aprobe sau să apere sistemul planetar al lui Copernic (lucru confirmat printr-o scrisoare pe care o primeşte de la cardinal) – dar documentul se sfârșește aici. Din nefericire, în acest dosar se găsește un document prin care ancheta continuă și la care procesul va recurge într-o bună zi. Însă această zi se află la o distanță de 17 ani în viitor.

Între timp, Galilei se întoarce la Florența, ferm convins de două lucruri. Unul este că nu a sosit momentul ca sistemul lui Copernic să fie apărat public. Iar celălalt, este încredințarea că un asemenea moment va sosi. În privința primului a avut dreptate; în privința celui de-al doilea s-a înșelat. Totuși Galilei a rămas în așteptarea momentului. Până când? Până când un cardinal intelectual avea să fie ales papă: Maffeo Barberini.

Acest lucru s-a întâmplat în 1623, când Maffeo Barberini a devenit papa Urban VIII. Noul papă era un iubitor al artelor. Era îndrăgostit de muzică; i-a comandat compozitorului Gregorio Allegri un *Miserere* pentru nouă voci, care multă vreme a rămas rezervat exclusiv pentru uzul Vaticanului. Noului papă îi plăcea și arhitectura. El a vrut să facă din Bazilica Sf. Petru un veritabil centru al Romei. L-a însărcinat pe sculptorul și arhitectul Gianlorenzo Bernini cu finalizarea interioarelor Bazilicii Sf. Petru, iar Bernini a proiectat cu îndrăzneală uriașul Baldacchino (acoperământul tronului papal), care

este singurul adaos demn de luat în seamă la proiectul iniţial al lui Michelangelo. În tinerețe, acest papă intelectual scrisese și poezii, una dintre ele fiind un sonet prin care îl complimenta pe Galilei pentru scrierile sale de astronomie.

Papa Urban VIII se credea un inovator. În gândire, se manifesta cu încredere de sine și nerăbdare:

> Eu știu mai bine decât toți cardinalii laolaltă! Verdictul unui papă viu prețuiește mai mult decât decretele a o sută de papi morți,

a afirmat el pe un ton arogant. În realitate, Barberini s-a dovedit a fi un papă de-a dreptul baroc: un practicant al nepotismului deșănțat, extravagant, dominator și neobosit în intrigile țesute, și absolut opac față de ideile altora. A mers atât de departe încât a pus să fie ucise păsările din grădinile Vaticanului pentru că îl deranjau.

Galilei a venit plin de optimism la Roma în 1624 și a avut patru lungi conversații în grădinile Vaticanului cu noul papă. El spera ca acest papă intelectual să retragă, sau cel puțin să ignore, interzicerea din 1616 a

sistemului planetar al lui Copernic. S-a dovedit că lui Urban VIII nici nu-i trecea prin cap așa ceva. Dar Galilei încă spera – și oficialii curiei papale se așteptau de asemenea – ca Urban VIII să permită noilor idei științifice să pătrundă pe tăcute în Biserică până când, în mod imperceptibil, aveau să le înlocuiască pe cele vechi. La urma urmei, tot așa s-a întâmplat și când ideile păgâne ale lui Ptolemeu și Aristotel au devenit parte a doctrinei creștine. Astfel, Galilei a continuat să creadă că papa era de partea lui, în limitele impuse de funcția ocupată, până când s-a ajuns la proba contrară. Iar atunci s-a văzut cât de profund se înșelase în aprecierile sale.

Vederile celor doi au fost ireconciliabile din punct de vedere intelectual încă de la început. Galilei a susținut dintotdeauna că ultima probă pe care trebuie să o treacă o teorie se găsește în natură.

> Cred că în discuțiile pe marginea problemelor ce ţin de fizică s-ar cuveni să începem nu de la autoritatea pasajelor din Scriptură, ci de la experiențele căpătate prin simțuri și de la demonstrațiile necesare... Iar

> felul strălucit în care Dumnezeu se dezvăluie în lucrările naturii nu este cu nimic mai prejos decât cel din propozițiile sfinte din Biblie.

Urban VIII a obiectat susținând că nu există probă ultimă pentru creația divină și a insistat ca Galilei să precizeze acest lucru în cartea sa.

> Ar fi o îndrăzneală nesăbuită ca cineva să se apuce să limiteze și să restrângă puterea și înțelepciunea divine la un concept oarecare născocit de propria sa minte.

Această rezervă îi era extrem de dragă papei. Și, într-adevăr, aceste cuvinte l-au împiedicat pe Galilei să formuleze vreo concluzie clară (până și concluzia negativă că Ptolemeu s-a înșelat), deoarece încălcau dreptul divinității de a cârmui universul prin miracole mai degrabă decât prin legi naturale.

Proba a venit în 1632, când Galilei și-a tipărit în cele din urmă cartea, *Dialog despre cele două sisteme principale ale lumii*. Urban VIII a fost scandalizat.

> Acest Galilei al vostru s-a încumetat să își facă de lucru cu chestiuni de care

> nu s-ar cuveni să se atingă, și cu cele mai importante și primejdioase subiecte care ar putea fi răscolite în zilele noastre.

Așa îi scria papa ambasadorului Toscanei în data de 4 septembrie a aceluiași an. Și tot în luna septembrie a venit și ordinul fatidic:

> Sanctitatea Sa îl însărcinează pe inchizitorul din Florența să îl înștiințeze pe Galilei, în numele Sfintei Inchiziții, că urmează să se înfăţişeze cât mai repede cu putință la Roma în cursul lunii octombrie înaintea Comisarului General al Sfintei Inchiziții.

Papa, prietenul Maffeo Barberini, Urban VIII, l-a dat personal pe mâna Sfintei Inchiziții, al cărei mecanism judiciar, odată pus în mișcare, era ireversibil.

Mânăstirea dominicană Santa Maria Sopra Minerva era locul unde Sfânta Inchiziție Romană și Universală își desfășura procedurile judiciare împotriva celor a căror credință era pusă sub semnul întrebării. Inchiziția fusese creată de papa Paul III în 1542 pentru a stăvili răspândirea doctrinelor Reformei,

fiind constituită special „împotriva stricăciunii eretice de pe întreg cuprinsul creștinătății“. După anul 1571, i s-a conferit puterea de a judeca în privința doctrinei scrise, și a fost întocmit Indexul Cărților Interzise. Regulile de procedură erau stricte și exacte. Ele au fost redactate în 1588 și nu erau, desigur, aceleași reguli cu ale unui tribunal civil. Condamnatul nu avea o copie a acuzațiilor formulate împotriva sa, sau una a dovezilor; și nu avea parte nici de consiliere juridică în vederea propriei apărări.

La procesul lui Galilei au participat zece judecători: toți erau cardinali, și toți dominicani. Unul dintre ei era fratele papei, iar un altul era nepotul papei. Conducerea completului de judecată i-a revenit Comisarului General al Inchiziției. Sala în care a fost judecat Galilei se află acum în clădirea Oficiului Poștal din Roma, dar știm cum arăta în anul 1633: o sală de reuniune spectrală a unui club pentru gentilomi.

De asemenea, cunoaștem și pașii urmați de Galilei până să treacă prin această încercare. Totul a început odată cu acele plimbări în grădinile

Vaticanului împreună cu noul papă, în 1624. Era limpede că papa nu avea să permită ca doctrina lui Copernic să fie recunoscută deschis. Dar mai exista o cale, iar în anul următor, Galilei a început să scrie în italiană *Dialog despre cele două sisteme principale ale lumii*, în care unul dintre vorbitori își exprima obiecțiile la adresa teoriei, iar ceilalți doi, ceva mai inteligenți, răspundeau acestor obiecții.

Teoria lui Copernic nu este, bineînțeles, una evidentă. Nu este clar cum se poate ca Pământul să se rotească în jurul Soarelui într-un interval de un an, sau să se învârtă în jurul axei sale o dată pe zi, fără ca noi să fim aruncați în spațiu. Nu este clar nici cum o greutate poate fi aruncată dintr-un turn înalt pentru ca apoi să cadă vertical pe un Pământ care se învârte. Galilei răspundea acestor obiecțiuni, ca să spunem așa, în numele lui Copernic, mort de ceva vreme. Nu trebuie să uităm niciodată că Galilei a sfidat clerul în 1616 și în 1633 în apărarea unei teorii care nu-i aparținea lui, ci unui învățat mort, deoarece credea în adevărul acesteia.

Însă în nume propriu, Galilei a sădit în cartea sa ideea care transpare din toată știința lui, încă din vremea tinereții la Pisa, când și-a pipăit pulsul în timp ce urmărea un pendul. Ideea că legile de aici, de pe Pământ, reverberează în univers și se manifestă plenar chiar prin sferele de cristal. Forțele care operează în ceruri sunt de același tip ca și cele de pe Pământ: asta susține Galilei; astfel că experimentele mecanice efectuate aici pe Pământ ne pot oferi informații despre aştri. Îndreptându-și telescopul spre Lună, spre Jupiter și spre petele solare, el a pus capăt credinței clasice încetățenite conform căreia cerurile sunt perfecte și imuabile, și doar Pământul este supus legilor schimbării.

Galilei a terminat cartea în 1630, dar nu i-a fost ușor să obțină autorizația de publicare. Cenzorii erau binevoitori, dar în curând a devenit limpede că împotriva cărții se adunaseră forțe puternice. În orice caz, Galilei a obținut până la urmă nu mai puțin de patru autorizaţii pentru bun de tipar, iar la începutul anului 1632 cartea a fost publicată la Florența. A fost un succes

instantaneu, dar pentru Galilei a fost un dezastru tot atât de instantaneu. Aproape imediat, de la Roma a căzut, ca un tunet, ordinul: „Opriți tiparnița! Să se răscumpere toate exemplarele – se vânduseră deja toate. Galilei trebuie să se prezinte la Roma pentru a da socoteală“. Și nimic din cele spuse de el nu a putut contraveni ordinului roman: nici vârsta înaintată (avea aproape 70 de ani), nici boala lui (care nu era închipuită), nici înaltul patronaj al Marelui Duce de Toscana; nimic nu a contat. A trebuit să se înfățișeze la Roma.

Era limpede că Papa însuși fusese foarte ofensat de cartea acestuia. Găsise în ea cel puțin un pasaj asupra căruia insistase destul de mult, pus în gura unui personaj care chiar dă impresia unui om sărac cu duhul. Comisia Preparatorie a procesului o afirmă negru pe alb: afirmaţia citată mai devreme, care îi era atât de dragă papei, fusese pusă „in boca di un sciocco“[10] – apărătorul credinței, pe care Galilei l-a botezat „Simplicius“. Este posibil ca papa să fi crezut că Simplicius este reprezentarea sa caricaturală; cu siguranță s-a simțit jignit. S-a crezut tras pe sfoară de

Galilei și dezamăgit de propriii cenzori.

10. *În gura unui nebun* (în limba italiană, în original) (n. tr.).

Așadar, pe 12 aprilie 1633, Galilei a fost adus în această încăpere, s-a așezat la această masă și a răspuns la întrebările formulate de Inchizitor. Întrebările i-au fost adresate într-o manieră curtenitoare, în atmosfera intelectuală care domnea în sânul Inchiziției: în limba latină, la persoana a treia. Cum fusese adus la Roma? Era aceasta cartea lui? Ce îl determinase să o scrie? Galilei se aștepta la toate aceste întrebări; se aștepta să fie nevoit să-și apere cartea. Dar apoi a venit o întrebare la care nu se așteptase.

Inchizitorul: A fost numitul Galilei la Roma, mai cu seamă în anul 1616, și în ce scop anume?

Galilei: Am fost la Roma în 1616, deoarece, auzind îndoieli la adresa părerilor lui Nicolaus Copernic, am venit să văd care opinie este mai nimerit să o adopt.

Inchizitorul: Să ne spună atunci ce s-a hotărât și ce anume i s-a adus la

cunoștință.

Galilei: În luna februarie a anului 1616, cardinalul Bellarmine mi-a spus că a împărtăși opinia lui Copernic ca pe un fapt dovedit este contrar Sfintei Scripturi. Așadar, opinia lui Copernic nu putea fi nici împărtășită, nici apărată; dar putea fi luată și întrebuințată ca ipoteză. Drept confirmare a acestui fapt, am un certificat de la cardinalul Bellarmine, datat 26 mai 1616.

Inchizitorul: Să ne spună și dacă la acea dată i s-a mai dat vreo altă dispoziție de către altcineva.

Galilei: Nu îmi amintesc de nimic altceva care să-mi fi fost spus sau impus.

Inchizitorul: Dacă i se aduce la cunoștință că, de față cu martori, a primit dispoziția de a nu împărtăși sau apăra sus-numita opinie, sau de a îi învăța pe alții în vreun fel în privința ei, să ne spună acum dacă își amintește.

Galilei: Îmi amintesc că dispoziția îmi interzicea să susțin sau să apăr numita opinie. Cât despre celelalte două amănunte, anume că nu am voie să îi învăț pe alții sau să reflectez în privința ei, ele nu se

găsesc în certificatul pe care mă bizui.

Inchizitorul: După primirea numitei dispoziții, a obținut încuviințarea să scrie cartea?

Galilei: Nu am cerut încuviințare să scriu cartea deoarece consider că nu am încălcat instrucțiunile care mi-au fost date.

Inchizitorul: Când a cerut încuviințarea pentru tipărirea cărții, a dezvăluit porunca Sfintei Congregații despre care am făcut vorbire?

Galilei: Nu am spus nimic atunci când am cerut încuviințarea să public cartea, deoarece în ea nici nu am împărtășit, nici nu am apărat opinia [lui Copernic].

Galilei se afla în posesia unui document care stipula că îi este interzis doar să împărtășească sau să apere teoria lui Copernic, ca și cum aceasta ar fi fost un fapt verificat. Aceasta era o interdicție impusă oricărui romano-catolic în acea perioadă. Dar Inchiziția susținea că există un document care îi interzicea *cu desăvârșire* lui Galilei și numai lui Galilei să predea această teorie

indiferent sub ce formă – adică, nici sub formă de discuție sau speculație, nici chiar ca ipoteză. Iar Inchiziția nu trebuia să facă dovada că deține acest document. Acest lucru nu se număra printre regulile de procedură. Dar noi ne aflăm astăzi în posesia acestui document; el se găsește în arhivele Vaticanului și este un fals grosolan – sau, în cea mai îngăduitoare variantă, o schiță a unei întâlniri propuse, care a fost respinsă. Nu este semnată de cardinalul Bellarmine. Și nici de martori. Nu este parafată de notar. Și nu este semnată nici de Galilei cu titlu de primire.

Chiar trebuia Inchiziția să recurgă la echivocul legal între „a împărtăși" și a „apăra", sau la ambiguitatea formulei „să predea indiferent sub ce formă", în pofida unor documente care nu ar fi rezistat în fața nici unei curți de justiție? Da, trebuia. Nu avea ce altceva să mai facă. Cartea fusese publicată și trecuse de câțiva cenzori. Acum papa n-avea decât să se înfurie pe cenzorii săi – i-a distrus viața propriului său secretar deoarece acesta îi fusese de ajutor lui Galilei. Era așadar nevoie de o remarcabilă manifestare publică prin care să se

arate că volumul era vrednic de condamnat (a rămas în Indexul cărților interzise timp de două secole) *din cauza unei înșelăciuni comise de Galilei*. De aceea procesul a evitat să intre în chestiuni de substanță, atât în privința cărții, cât și a teoriei lui Copernic, rămânând cantonat în jonglerii cu formule și documente. Galilei trebuia să fie zugrăvit drept o persoană care îi indusese deliberat în eroare pe cenzori, acționând într-o manieră atât sfidătoare, cât și necinstită.

Completul de judecată nu s-a mai reunit și cu altă ocazie; procesul s-a sfârșit aici, spre surprinderea noastră. Mai precis, Galilei a mai fost adus de două ori în această încăpere și i s-a permis să depună mărturie în apărarea sa; dar nu i s-au mai adresat întrebări. Verdictul a fost convenit la o reuniune a Congregației Sfintei Inchiziții prezidată de papă, unde s-au stabilit cu precizie și pașii ce trebuiau urmați. Savantul disident avea să fie umilit; autoritatea avea să se manifeste din plin nu doar în materie de acțiuni, ci și de intenții. Galilei urma să retracteze; și aveau să

îi fie arătate instrumentele de tortură ca și cum urmau să fie întrebuințate.

Ce însemna această amenințare pentru un om care își începuse viața profesională ca doctor putem judeca din mărturia unui contemporan care fusese întins pe masa de tortură și supraviețuise. Este vorba de William Lithgow, un englez torturat în 1620 de Inchiziția spaniolă.

> Am fost adus la masa de tortură, apoi urcat pe ea. Picioarele mi-au fost prinse pe cele două laturi ale mesei formate din trei scânduri groase. O funie mi-a fost legată în jurul gleznelor. Când mânerul scripetelui a fost împins înainte, forța exercitată asupra genunchilor mei de cele două scânduri mi-a smuls ligamentele și mi-a zdrobit rotulele. Ochii mi-au ieșit din orbite, am început să fac spume la gură, iar dinții îmi clănțăneau în gură precum răpăitul bețelor de tobă. Buzele îmi tremurau, gemetele ieşeau cu putere din mine, iar sângele îmi țâșnea din brațe, din tendoanele rupte, din mâini și genunchi. Slăbit din chingile acestei culmi a durerii, am fost purtat pe brațe și așezat pe podea, auzind numai această neîntreruptă rugăminte: „Mărturisește! Mărturisește!“

Galilei nu a fost torturat. A fost numai amenințat cu tortura, de două ori. Imaginația lui s-a ocupat de restul. Acesta era și ţelul procesului, şi anume de a arăta oamenilor înzestrați cu imaginație că nu erau imuni la procesul ireversibil al fricii primitive, animalice. Dar Galilei deja fusese de acord să abjure.

> Eu, Galileo Galilei, fiul răposatului Vincenzo Galilei, din Florența, în vârstă de șaptezeci de ani, adus la judecată în fața acestui tribunal, și îngenunchind înaintea Domniilor Voastre, prea înalți și cucernici domni cardinali și inchizitori generali, împotriva stricăciunii din întreg cuprinsul Republicii creștine, având înaintea ochilor și atingând cu mâinile Sfânta Evanghelie – jur că am crezut dintotdeauna, cred și acum și, cu ajutorul lui Dumnezeu, voi crede și pe viitor toate învățăturile împărtășite și propovăduite de Sfânta Biserică Apostolică Romano-Catolică. Astfel, având în vedere interdicția judecătorească ce mi-a fost adusă la cunoștință de către Sfânta Inchiziție, în temeiul căreia trebuie să mă lepăd fără întârziere de credința greșită că Soarele este centrul imuabil al universului, iar nu Pământul aflat în

mișcare, și nu trebuie de asemenea să împărtășesc, să apăr sau să predau indiferent sub ce formă, prin viu grai sau în scris, amintita doctrină; și faptul de a fi scris și tipărit o carte în care am discutat despre această doctrină deja condamnată și am adus argumente care se află clar în favoarea ei, fără a prezenta vreo soluție în privința acestora, după ce mi s-a adus la cunoștință că numita doctrină este potrivnică Sfintei Scripturi, Sfânta Inchiziție s-a pronunţat cu tărie că sunt suspect de erezie, anume, de a fi împărtășit și apărat credința că Soarele este centrul imuabil al universului și că Pământul nu este centrul şi se mişcă.

De aceea, dorind să îndepărtez din mințile Eminențelor Voastre, și ale tuturor credincioşilor creştini, această gravă suspiciune, formulată cu bun temei împotriva mea, cu inimă sinceră și cu credință neprefăcută abjur, afurisesc și urăsc mai-sus amintitele greșeli și erezii, și îndeobște toate celelalte greșeli și schisme îndreptate împotriva Sfintei Biserici; și jur ca pe viitor să nu mai spun sau să mai susțin vreodată, prin viu grai sau în scris, vreun lucru care ar putea da prilejul unei suspiciuni asemănătoare în privința mea; iar dacă se va întâmpla

să am cunoștință de vreun eretic, sau de vreo persoană bănuită de erezie, îl voi denunța pe acesta Sfintei Inchiziții, sau inchizitorului și parohului din locul în care se va întâmpla să mă aflu. Mai departe, jur și făgăduiesc să împlinesc și să respect în întregime toate penitențele care mi-au fost sau îmi vor fi impuse de această Sfântă Adunare. Iar dacă se va întâmpla (să mă ferească Dumnezeu!) să îmi încalc vreuna dintre aceste făgăduieli, declarații solemne și juruințe, mă voi supune de bunăvoie la toate caznele și pedepsele impuse unor nelegiuiți de soiul acesta, și înscrise în sfintele canoane și alte prevederi legale generale și particulare. Așa să îmi ajute Dumnezeu și a Sa Sfântă Evanghelie pe care ţin mâinile acum!

Eu, numitul Galileo Galilei, am abjurat, jurat, făgăduit și m-am legat pe mine însumi să îndeplinesc ce am spus mai sus; iar ca mărturie a adevărului lucrurilor de mai sus, am scris cu mâna mea prezentul document de abjurare, după care l-am rostit cuvânt cu cuvânt, în Roma, la Mânăstirea Minervei, în această a douăzeci şi doua zi din iunie a anului 1633.

Eu, Galileo Galilei, consfințesc abjurarea de față cu propria mână.

Galilei şi-a petrecut restul vieţii în vila lui de la Arcetri, la mică distanță de Florența, sub arest strict la domiciliu. Papa a rămas de neînduplecat. Nimic nu mai putea fi publicat. Doctrina interzisă nu mai avea voie să fie discutată. Lui Galilei îi era interzis să vorbească până și cu protestanții. Rezultatul acestor măsuri de constrângere a fost o tăcere totală, prezentă și viitoare, în rândul savanților catolici de pretutindeni. Marele contemporan al lui Galilei, René Descartes, a încetat să mai publice în Franța și s-a mutat în cele din urmă în Suedia.

Dar Galilei s-a hotărât să mai facă încă un lucru. Avea de gând să termine de scris lucrarea pe care procesul său o întrerupsese: cartea despre *Cele două științe noi*, prin care înțelegea fizica, dar nu cea cerească, ci fizica referitoare la materia de pe Pământ. A terminat cartea în 1636, adică la trei ani după judecarea procesului, pe când era un bătrân în vârstă 72 de ani. Desigur, nu a putut-o publica; abia peste doi ani a fost publicată de câțiva protestanți din Leyden, în Olanda. La momentul

acela, Galilei orbise complet. După cum scrie chiar el:

> Vai!... Galilei, credinciosul vostru prieten și servitor, este de o lună cu desăvârșire orb, și fără putință de vindecare; așa că cerurile, pământul și chiar universul, care prin observațiile mele strălucite și demonstrațiile mele limpezi au fost mărite de o sută, ba chiar de o mie de ori peste limitele universal acceptate de toți învățații epocilor precedente, au fost într-atât micșorate pentru mine încât nu le mai pot percepe decât prin mijlocirea senzațiilor trupești.

Printre cei care au venit să îl vadă pe Galilei la Arcetri s-a numărat și tânărul poet englez John Milton, care se pregătea pentru scrierea unui poem epic ce avea să devină capodopera vieţii sale. Ironia face ca Milton, la data scrierii acestui poem 30 de ani mai târziu, să fie el însuși complet orb, depinzând de ajutorul copiilor săi pentru scrierea și încheierea acestui proiect.

La sfârșitul zilelor sale, Milton s-a identificat cu Samson Agonistes, adică Samson înconjurat de filisteni,

> Orb prin Gaza, la moara cu sclavi,

care a distrus imperiul filistenilor înainte de a muri. Și tot așa ceva a făcut și Galilei, chiar împotriva voinței proprii. Efectul procesului, urmat de arestul său la domiciliu, a fost încetarea completă a tradiției științifice în bazinul Mediteranei. De acum înainte, Revoluția științifică s-a mutat în Europa de Nord. Galilei a murit, tot în arest la domiciliu, în 1642. În ziua de Crăciun a aceluiași an, în Anglia, se năștea Isaac Newton.

Capitolul 7
MAIESTUOSUL MECANISM AL LUMII

În anul 1630, în timp ce scria paginile introductive din *Dialog despre cele două sisteme principale ale lumii*, Galilei avea să afirme în două locuri că știința italiană (alături de comerţ) riscă fie întrecută de rivalii din nord. Cât adevăr stătea în această profeție! Omul la care se gândea în mod deosebit Galilei era astronomul Johannes Kepler, care a venit la Praga în anul 1600, la vârsta de 28 de ani, și și-a petrecut aici cei mai rodnici ani ai carierei. El a formulat cele trei legi care au transformat sistemul lui Copernic dintr-o descriere generală a Soarelui și a planetelor într-o formulă matematică precisă.

În primul rând, Kepler a arătat că orbita unei planete este doar aproximativ circulară: ea este de fapt o elipsă de mari dimensiuni, în care

Soarele ocupă o poziție aproape centrală, într-unul dintre focare. În al doilea rând, o planetă nu se deplasează cu viteză constantă: constant este doar ritmul în care linia dintre o planetă și Soare mătură aria cuprinsă între orbita ei și Soare. Și în al treilea rând, timpul necesar pentru ca o planetă dată să efectueze o rotație completă pe orbita ei – anul planetar – crește odată cu distanța (medie) față de Soare într-un mod cât se poate de exact.

Acesta era contextul științific în anul 1642, când Isaac Newton s-a născut în ziua de Crăciun. Kepler murise cu 12 ani mai devreme, iar Galilei chiar în acel an. Și nu doar astronomia, ci și știința în general, aştepta apariția unei noi minți care să întrezărească pasul crucial de la descrierile care fuseseră de folos în trecut la explicațiile dinamice şi cauzale din viitor.

În jurul anului 1650, centrul de greutate al lumii civilizate se deplasase dinspre Italia către nordul Europei. Motivul evident era acela că rutele comerciale se schimbaseră începând cu descoperirea și

exploatarea economică a Americii. Mediterana nu mai era ceea ce sugera numele ei: mijlocul lumii. Centrul lumii se mutase spre nord, după cum a avertizat Galilei, lângă țărmul Atlanticului. Și odată cu noile perspective comerciale a apărut și o nouă concepție politică, în vreme ce Italia și statele mediteraneene erau în continuare conduse de regimuri autocratice.

Ideile și principiile călătoreau neîngrădite în țările protestante şi maritime din nord, Anglia și Olanda. Anglia devenea republicană și puritană. Olandezii treceau Marea Nordului pentru a seca ținuturile mlăștinoase englezești; smârcurile se transformau în pământ cultivabil. Un spirit de independență se degaja din peisajul cețos al șesurilor din Lincolnshire, de unde Oliver Cromwell își recrutase oamenii. În 1650, Anglia devenise un stat republican, care își decapitase monarhul aflat la domnie.

În 1642, când Newton s-a născut în casa mamei sale din Woolsthorpe, tatăl său murise cu câteva luni mai devreme. La puțin timp după

nașterea lui, mama s-a recăsătorit, iar Newton a fost lăsat în grija unei bunici. Nu era ceea ce s-ar numi un copil fără un acoperiș deasupra capului, și totuși încă de la o vârstă fragedă a fost lipsit de acel sentiment de apropiere pe care îl conferă părinții. Toată viața lui, a lăsat impresia unui om care nu a fost iubit. Nu s-a căsătorit niciodată. Pare să nu fi fost niciodată capabil să se lase pătruns de acea căldură care face din orice realizare un rezultat firesc al gândului șlefuit în compania altor oameni. Dimpotrivă, realizările lui Newton au fost solitare, și s-a temut întotdeauna că ele îi vor fi furate de lume, tot aşa cum (avea el probabil impresia) îi fusese furată mama. Nu auzim aproape deloc despre el în anii de școală sau de studenție.

Primii doi ani după ce Newton a absolvit Universitatea Cambridge, 1665 și 1666, au fost ani în care epidemia de ciumă a bântuit Anglia, iar perioada în care universitatea a fost închisă a petrecut-o acasă. Mama lui rămăsese văduvă și se întorsese la Woolsthorpe. Aici Newton a găsit, am putea zice, filonul de aur al preocupărilor sale savante:

matematica. Astăzi, când am parcurs caietele sale de notițe, știm limpede că materia predată lui Newton a fost insuficientă și că, în cea mai mare parte, a ajuns de unul singur la aproape toate demonstrațiile matematice. După care a apucat pe calea descoperirilor originale. A inventat fluxionii, în ceea ce numim astăzi calcul infinitezimal. Newton a recurs la fluxioni ca la un instrument secret; a ajuns la o serie de rezultate cu ajutorul acestui instrument, dar le-a exprimat în termenii matematicii convenționale.

Tot în această perioadă, Newton a formulat ideea de gravitație universală, și a verificat-o prompt prin calcularea mișcării Lunii în jurul Pământului. Luna reprezenta un simbol puternic pentru el. Dacă ea se învârte pe orbita proprie pentru că este atrasă de Pământ, a raționat Newton, atunci Luna este ca o minge (sau ca un măr) care a fost aruncată cu o mare forţă: Luna cade spre Pământ, dar se deplasează atât de repede, încât ratează în mod constant ținta – ea se deplasează continuu pe o traiectorie circulară deoarece Pământul este rotund. Cât de mare

trebuie să fie forța de atracție în acest caz?

> Am dedus că forțele care păstrează planetele pe orbită trebuie să fie în raport invers cu pătratele distanțelor lor de centrul în jurul căruia se rotesc; prin urmare am comparat forța necesară pentru a ține Luna pe orbita sa cu forța gravitației la suprafața Pământului și am descoperit că cele două corespund cu aproximaţie.

Modestia excesivă este caracteristică lui Newton: în realitate, primul lui calcul estimativ îi dăduse o perioadă a Lunii apropiată de valoarea reală, adică 27 1/4 zile.

Când calculele îţi ies atât de bine, știi, la fel ca Pitagora, că ţi-a căzut în mână un secret al naturii. O lege universală guvernează măreţul mecanism al cerurilor, în care mișcarea Lunii nu este decât o întâmplare armonioasă. Este ca o cheie pe care ai vârât-o în broască, ai răsucit-o și natura ți-a oferit o confirmare numerică a structurii ei. Dar dacă ești Newton, nu publici rezultatul cercetărilor tale.

Când s-a întors la Cambridge în 1667, Newton a devenit membru al

instituţiei unde învăţase Trinity College. Doi ani mai târziu, profesorul său a renunțat la catedra de matematici. Este posibil ca acest gest să nu fi fost făcut explicit în favoarea lui Newton, însă efectul a fost același: Newton a primit catedra. Avea pe atunci 26 de ani.

Prima lucrare publicată de Newton a avut drept obiect optica. La fel ca toate celelalte idei revoluționare ale sale, a fost concepută „în decursul celor doi ani cât a ținut ciuma, 1665 și 1666, căci în acele zile mă aflam în floarea vârstei în ce privește inventivitatea“. Newton nu se afla acasă, fiindcă s-a întors pentru o scurtă perioadă de timp la Trinity College din Cambridge, atunci când epidemia a slăbit în intensitate.

Este ciudat să descoperim că savantul pe care îl considerăm drept maestru al explicării universului material își leagă începuturile științifice de studiul luminii. Există două motive pentru care lucrurile au stat astfel. Mai întâi, Newton a trăit într-o epocă a navigației, în care mințile strălucite ale Angliei erau preocupate de problemele legate de

călătoria pe mare. Oameni de talia lui Newton nu își închipuiau, desigur, că ceea ce fac ei este cercetare de specialitate – asta ar constitui o explicație prea naivă a interesului lor. Ei erau atrași de subiecte asupra cărora dezbătuseră înaintașii lor, așa cum fac întotdeauna tinerii. Telescopul reprezenta o problemă stringentă a epocii. Și de fapt Newton însuși a observat prima dată problema culorilor prezente în lumina albă pe când șlefuia lentile pentru propriul telescop.

Dar dincolo de aceste lucruri există, desigur, un motiv mai adânc. Fenomenele fizice constau mereu în interacțiunea energiei cu materia. Vedem materia prin intermediul luminii; și suntem conștienți de prezența luminii prin întreruperile cauzate de materie. Iar acest gând modelează lumea fiecărui mare fizician, când realizează că înțelegerea uneia nu poate fi aprofundată în absența celeilalte.

În 1666, Newton a început să se gândească de ce apar franjurile de lumină la marginea unei lentile, și a examinat respectivul efect simulându-l cu ajutorul unei prisme.

Fiecare lentilă devine o prismă la marginea ei. Desigur, faptul că prisma face ca lumina să fie colorată este un lucru ştiut încă din vremea lui Aristotel. Dar, din păcate, tot atât de vechi erau și explicațiile fenomenului în epocă, deoarece ele nu ofereau o analiză calitativă. Ele afirmau pur și simplu că lumina trece prin sticlă și se închide ușor la culoare la capătul subțire al lentilei, devenind astfel roșie; apoi devine și mai închisă când sticla este mai groasă, făcându-se verde; și, în fine, lumina este cea mai închisă la culoare când sticla este cea mai groasă, rezultând astfel culoarea albastră. Minunat! Întregul raționament de mai sus nu explică absolut nimic, și totuși sună foarte plauzibil. Iar lucrul evident pe care nu îl explică, după cum subliniază Newton, devine limpede în momentul în care acesta permite luminii Soarelui să pătrundă printr-o fantă în prisma sa. Mai precis, Soarele pătrunde prin fantă sub forma unui disc circular, dar de formă alungită. Toți învățații știau că spectrul luminii este alungit; acest lucru era de asemenea cunoscut de o mie de ani tuturor acelora care își dăduseră

osteneala să privească cu atenție. Dar a fost nevoie de strădaniile unei minți iscoditoare ca a lui Newton pentru a explica evidența. Iar Newton a afirmat că, de fapt, lumina nu se modifică; lumina este compusă din entități fizice separate.

Aceasta este o idee fundamental nouă în materie de explicații științifice, aproape inaccesibilă contemporanilor lui Newton. Robert Hooke s-a contrazis cu el, fiecare fizician în parte s-a contrazis cu el; până când Newton s-a plictisit de discuțiile în contradictoriu și i-a scris lui Leibniz:

> Am fost atât de năpăstuit de discuțiile izvorâte din publicarea teoriei mele despre lumină, încât m-am învinovățit pentru nechibzuința de a mă lipsi de o binecuvântare așa de însemnată precum propria-mi liniște pentru a alerga după o umbră.

Din acest moment, Newton a refuzat pur și simplu să se mai angajeze în dezbateri, și mai ales în dezbateri purtate cu oponenți de felul lui Hooke. Și-a publicat tratatul de optică abia în 1704, la un an după moartea lui Hooke, după ce l-a

avertizat în prealabil pe președintele Societății Regale:

> Intenționez de acum înainte să nu mă mai preocup de chestiuni de filozofie și de aceea sper să nu mi-o luați în nume de rău dacă nu voi mai întreprinde nimic în acest sens.

Dar să începem cu începutul, chiar cu cuvintele lui Newton. În anul 1666,

> Mi-am procurat o prismă triunghiulară din sticlă, pentru a studia cu ea celebrele *fenomene ale culorilor*. Și în acest scop, după ce am făcut întuneric în odaie și am dat o mică gaură în obloane, pentru a lăsa să pătrundă o cantitate convenabilă de lumină solară, am așezat prisma la punctul de intrare al luminii, în așa fel încât aceasta să fie refractată pe peretele opus. A fost la început extrem de distractiv să observ culorile vii și intense astfel produse; dar după un timp, punându-mi în gând să le examinez cu mai multă circumspecție, am fost foarte surprins să le văd sub o formă *alungită*; în vreme ce, conform legilor cunoscute ale refracției, mă așteptam ca forma lor să fie *circulară*.
>
> Și am observat că [...] lumina, ajunsă la unul din capetele imaginii, a suferit o refracție considerabil mai

> mare decât lumina ajunsă la celălalt capăt. Și astfel am descoperit că adevărata cauză a lungimii respectivei imagini nu este alta decât că *lumina* constă în raze *refractabile în mod diferit*, care, indiferent de incidența fiecăreia, erau transmise către diferite părți ale peretelui, conform gradului de refractabilitate al fiecăreia.

Alungirea spectrului luminos era acum explicată; ea era produsă de separarea și dispersia culorilor. Albastrul este curbat sau refractat mai mult decât roșul, iar aceasta este o proprietate absolută a culorilor.

> Apoi am așezat o altă prismă [...] în așa fel încât lumina [...] să treacă prin ea, și să fie din nou refractată înainte de a atinge peretele. După aceea, am luat în mână prima prismă și am răsucit-o încetișor înainte și înapoi în jurul axei în așa fel încât să fac diferite părți ale imaginii [...] să treacă succesiv prin prismă [...] pentru a putea observa în ce puncte de pe perete vor fi refractate de cea de-a doua prismă.
>
> Când oricare rază de lumină a fost separată de altele diferite, ea și-a păstrat cu obstinație culoarea după

aceea, în pofida eforturilor mele susținute de a i-o schimba.

Prin acest experiment, opinia tradițională a fost desființată; astfel, dacă lumina ar fi fost modificată de sticlă, cea de-a doua prismă ar fi trebuit să producă noi culori și să transforme roșul în verde sau albastru. Newton a numit această etapă experiment critic. El a dovedit că, odată ce culorile sunt separate prin refracție, ele nu mai pot fi modificate ulterior.

Am refractat lumina prin prisme, și am reflectat cu ajutorul ei corpuri care la lumina zilei sunt de altă culoare; am interceptat-o cu o peliculă colorată de aer interpusă între două panouri de sticlă lipite unul de altul; am transmis-o prin medii colorate și prin medii iradiate cu alt tip de raze, și am restrâns-o în moduri diferite; și, cu toate acestea, nu am reușit să produc o culoare nouă din lumina astfel tratată.

Dar cea mai surprinzătoare și minunată compoziție a fost cea a *luminii albe*. Nu există doar un singur tip de raze care să prezinte asemenea lumină. Ea este mereu compusă, și în compoziția ei sunt necesare toate culorile primare pomenite mai sus,

> amestecate în proporția corectă. Am privit adesea cu admirație cum toate culorile din prismă, după ce converg și sunt prin aceasta amestecate din nou, reproduc o lumină de un alb desăvârșit.
>
> Și astfel am putut stabili că albul este culoarea obișnuită a luminii; deoarece lumina este un amestec nedeslușit de raze în culori diferite, ce sunt proiectate fără discriminare din părți diferite ale corpurilor luminoase.

Această scrisoare a fost adresată Societății Regale la puțin timp după ce Newton a fost ales membru al acesteia, în 1672. El se dovedise a fi un tip nou de savant experimentalist, care înțelegea cum să formuleze o teorie și cum să o demonstreze decisiv confruntând-o cu alternative. Era, pe bună dreptate, mândru de realizarea sa.

Un naturalist aproape că nu s-ar aștepta ca întreaga știință a acestor culori să devină matematică, și totuși îndrăznesc să afirm că este cu certitudine tot atâta matematică în ea cât este în orice altă parte a opticii.

Newton începuse să se bucure de o bună reputație atât la Londra, cât și în mediul universitar; și o nouă

percepție asupra culorilor pare să se fi răspândit în metropolă, ca și cum spectrul optic și-ar fi revărsat lumina peste mătăsurile și mirodeniile pe care negustorii le aduceau din belșug în capitală.

Paleta de culori a pictorilor a devenit mai bogată, lumea a căpătat gust pentru obiecte viu colorate din Orient, și a devenit firească folosirea cât mai multor cuvinte cu referire la culori. Acest lucru se observă limpede în poezia epocii. Alexander Pope, care avea 16 ani când Newton și-a publicat *Optica*, a fost cu siguranță un poet mai puțin voluptuos decât Shakespeare, și totuși în poeziile sale, raportat la Shakespeare, utilizează de trei-patru ori mai multe cuvinte care descriu culori, făcând acest lucru cam de zece ori mai des. De exemplu, descrierea făcută de Pope peștilor din Tamisa:

Bibanul cu ochi limpezi și purpură-n aripă,
Țiparul argintiu, sclipind în răsuciri,
Galbenul crap, cu solzii ca de aur,
Și păstrăvi iuți, cu dâre stacojii...

ar fi inexplicabilă dacă nu am recunoaște în ea un exercițiu dedicat culorilor.

Însă reputația în metropolă presupunea, inevitabil, noi controverse. Rezultatele descrise de Newton în scrisorile către oamenii de știință din Londra au fost divulgate. Astfel a început, după 1676, o înverșunată dispută cu Gottfried Wilhelm Leibniz în ceea ce privește întâietatea descoperirii calculului infinitezimal. Newton nu voia să creadă nici în ruptul capului că Leibniz, el însuși un matematician redutabil, descoperise calculul în mod independent.

Newton s-a gândit să se retragă definitiv din lumea științifică în chilia lui de la Trinity College. Curtea interioară a colegiului reprezenta un spațiu confortabil pentru un învățat doritor de intimitate; avea aici un mic laborator și o grădină proprie. În curtea ctitorită de Neville, era în construcție marea bibliotecă proiectată de Sir Christopher Wren. Newton a contribuit și el cu 40 de lire sterline la fondurile strânse pentru construcție. Părea că are de gând să se dedice unei vieți pedante închinate

studiului individual. Însă, în cele din urmă, chiar dacă el refuza să aibă de-a face cu oamenii de știință din Londra, ei puteau oricând să vină la Cambridge ca să-i supună atenției argumentele lor.

Newton se gândise la conceptul unei gravitații universale în perioada epidemiei de ciumă din 1666, și îl folosise cu mult succes pentru a explica mișcarea Lunii în jurul Pământului. Pare de necrezut că în cei aproape 20 de ani care au urmat nu a avut aproape nici o tentativă de a publica vreun articol pe tema fundamentală a mișcării Pământului în jurul Soarelui. Nu avem știre de vreun impediment cert, dar faptele sunt clare. Abia în 1684 s-a iscat la Londra o dispută între Sir Christopher Wren, Robert Hooke și tânărul astronom Edmund Halley, în urma căreia Halley a mers la Cambridge să-l vadă pe Newton.

> După ce au petrecut câtva timp împreună, doctorul [Halley] l-a întrebat ce formă crede că ar avea curba descrisă de planete, presupunând că forța de atracție exercitată de Soare este reciprocă cu pătratul distanței acestora faţă de el.

> Sir Isaac a răspuns pe dată, spunând că ar fi de forma unei elipse. Doctorul, cuprins de bucurie și uimire, l-a întrebat cum de știa acest lucru. „Ei, bine“, a venit răspunsul, „pentru că am calculat-o“. La care dr. Halley i-a cerut să-i arate aceste calcule fără întârziere. Sir Isaac a căutat printre hârtiile sale și nu a găsit calculele cu pricina, dar i-a promis să le refacă și să i le trimită.

A fost nevoie de trei ani, între 1684 și 1687, pentru ca Newton să desăvârșească demonstrația, iar rezultatul s-a întins, ei bine, până ce a devenit o carte în toată regula: *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. Halley i-a vegheat parcursul, l-a lingușit pe autor să o scrie și chiar a finanțat volumul, iar Samuel Pepys a acceptat-o spre publicare ca președinte al Societății Regale în 1687.

Făcând referire la alcătuirea lumii, teoria newtoniană a fost, negreșit, un fapt senzațional încă de la publicare. Este o uimitoare descriere a lumii condensată într-un singur set de legi. Dar mai mult de atât, este un punct de referință al metodei științifice. Ne închipuim o prezentare științifică sub

forma unei înșiruiri de propoziții, derivate din matematica lui Euclid. Și așa stau lucrurile. Însă metoda științifică modernă a început să fie cu adevărat riguroasă abia după ce Newton a transformat-o într-un sistem fizic, transformând matematica dintr-o descriere statică într-una dinamică.

Și putem vedea din carte care au fost impedimentele ce l-au împiedicat pe Newton să continue după ce a calculat atât de strălucit orbita Lunii. De pildă, sunt convins că s-a oprit pentru că nu a reușit să rezolve problema de la Secțiunea 12, intitulată „Cum atrage o sferă o particulă?“ La Woolsthorpe, calculele sale au fost aproximative, considerând Pământul și Luna drept particule. Dar Pământul și Luna (la fel ca Soarele și planetele) sunt sfere de mari dimensiuni; este oare posibil ca atracția gravitațională dintre ele să fie în mod precis înlocuită de o atracție între centrele lor? Da, dar (ironic, după cum s-a dovedit) numai în cazul atracțiilor care scad raportat la pătratul distanței dintre corpuri. Aici putem vedea uriașele dificultăți matematice pe care Newton a trebuit

să le depăşească înainte de a-și putea publica rezultatele.

21. A fost nevoie de trei ani, între 1684 și 1687, pentru ca Newton să desăvârșească demonstrația. Halley i-a vegheat parcursul, l-a lingușit pe autor să o scrie și chiar a finanțat *Principia. Scrisoare adresată de Halley lui Newton* în *care amenință că mai degrabă abandonează proiectul cărții decât să* îi *recunoască vreun merit lui Robert Hooke* în *tratarea aceleiași problematici, scrisă* în *29 iunie 1686. „Domnule, vă implor* încă *o dată să nu lăsați resentimentele să vă copleșească* și *să ne privați de cea de-a treia carte. Odată ce vă hotărâți asupra*

formatului literei și *a hârtiei, eu voi face de* îndată *toate demersurile pentru publicare.“*

Când Newton primea provocări de genul „Nu ai explicat de ce acționează gravitația“, „Nu ai explicat cum poate avea loc acțiunea la distanță“ sau chiar „Nu ai explicat de ce razele de lumină se comportă în acest fel“, dădea întotdeauna același tip de răspuns: „Eu nu formulez ipoteze“. Prin care voia să spună: „Eu nu mă ocup cu speculații metafizice. Eu formulez o lege, din care deduc fenomenele“. Exact aceste lucruri le-a afirmat în tratatul de optică, și exact această abordare nouă a opticii a fost greșit înțeleasă de contemporanii săi.

Dacă Newton ar fi fost o persoană simplă, plictisitoare, prozaică, toate acestea s-ar fi putut explica cu ușurință. Dar vreau să vă fac să înțelegeți că n-a fost nici pe departe astfel. În realitate, Newton a fost un personaj extraordinar, de o mare impetuozitate. Era un practicant al alchimiei. În secret, a scris tomuri voluminoase despre Cartea Apocalipsei. Era convins că legea inversului pătratului putea fi într-

adevăr găsită în scrierile lui Pitagora. Și faptul că un asemenea om, care în particular era cufundat adânc în cele mai fanteziste speculații mistice și metafizice, afirmă în public că, „Eu nu formulez ipoteze“ este o dovadă extraordinară a caracterului său secret. În *The Prelude*, William Wordsworth are o expresie însuflețită care îl descrie perfect:

> Newton, cu-a lui prismă, și cu chip tăcut.

Și da, persoana publică Newton se bucura de un mare succes, chiar dacă acesta nu putea fi promovat la universitate deoarece era unitarian – nu accepta doctrina Sfintei Treimi, care îi făcea să se simtă stânjeniți pe savanții epocii. Astfel, Newton nu putea deveni pastor și, pe cale de consecință, nici director al unui colegiu universitar. Așa că în 1696, Newton a primit un post la Londra la Monetăria Regală. Cu timpul, a devenit director al Monetăriei. După moartea lui Hooke, a acceptat președinția Societății Regale, în 1703. A fost ridicat la rangul de Cavaler de către regina Anna în 1705. Iar la moartea lui, survenită în 1727,

domina cu autoritate peisajul intelectual londonez. Băiatul de la țară reușise să ajungă departe.

Mă întristează însă să cred că Newton a reușit în viață nu după standardele proprii, ci după standardele secolului al XVIII-lea. Trist este că Newton a acceptat criteriile acelei societăţi când a fost dispus să devină un dictator în consiliile regimului epocii și să considere aşa ceva un succes.

Un dictator intelectual nu este o figură tocmai simpatică, chiar și atunci când a pornit în viață de jos. Totuși, în scrierile sale particulare, Newton nu era tot atât de arogant pe cât o arăta imaginea lui publică, atât de des și de divers reprezentată.

> A explica natura întreagă este o sarcină mult prea dificilă pentru un singur om, dacă nu cumva și pentru o epocă anume. Este mult mi bine să aduci o contribuție mică, dar sigură, și să lași restul celor care vin după tine, decât să explici toate lucrurile.

Și într-o propoziție mai celebră, Newton afirmă același lucru mai puțin explicit, dar cu o urmă de patos:

> Nu știu cum m-ar putea privi lumea; dar eu însumi mă închipui asemenea unui copil care se joacă pe țărmul mării și se amuză găsind din când în când o pietricică mai netedă sau o scoică mai frumoasă decât cele obișnuite, în vreme ce oceanul nețărmurit al adevărului se întinde nedescoperit înaintea lui.

În perioada în care Newton trecuse de vârsta de 70 de ani, cercetarea științifică veritabilă se redusese semnificativ în cadrul Societății Regale. Anglia sub regii dinastiei de Hanovra era o societate interesată în cel mai înalt grad de bani (ne aflăm în epoca bulei speculative a Companiei Mărilor Sudului), de politică și de scandaluri. Prin cafenele, afaceriști dibaci lansau companii prin care să exploateze invenții închipuite. Scriitorii făceau haz de savanți, în parte din invidie, dar și din anumite motive politice, deoarece Newton era un membru de vază în aparatul guvernamental.

În iarna anului 1713, un grup de scriitori nemulțumiți, simpatizanți ai partidului Tory, s-au reunit într-o societate literară. Până la moartea reginei Anna, survenită în vara

următoare, aceştia s-au întâlnit frecvent în apartamentele din Palatul St. James ale medicului ei curant, dr. John Arbuthnot. Societatea s-a numit Clubul Scriblerus și a început să ridiculizeze societățile de savanți ale epocii. Atacul îndreptat de Jonathan Swift împotriva comunității științifice din a treia carte a *Călătoriilor lui Gulliver* își are originile în discuțiile din cadrul clubului. Grupul de susținători Tory, care l-au ajutat mai târziu pe John Gay să satirizeze guvernul în *Opera cerșetorului*, l-au ajutat și în 1717 să scrie o piesă intitulată *La trei ore după căsătorie*. Obiectul ridicolului în această lucrare satirică îl reprezintă un savant încrezut și în vârstă, pe nume dr. Fossile. Redăm mai jos câteva scene tipice din piesă, cu dialoguri între doctor și aventurierul Plotwell, care trăiește o idilă cu stăpâna casei.

Fossile: I-am promis lui Lady Longfort bucata mea de limonit[11]. Sărmana doamnă e aproape să piardă sarcina, și m-am gândit temeinic la asta. Hei! Cine-i acolo? Nu-mi place cum arată individul ăsta. Dar n-o să fiu din cale-afară de riguros.

11. În tradiția magico-medicală a Europei se credea că limonitul (*eagle-stone*) este un mineral care previne avortul spontan și nașterea înainte de termen (n. tr.).

Plotwell: Illustrisime domine, huc adveni…
Fossile: Illustrisime domine – non usus sum loquere Latinam – Dacă nu știi vorbi englezește, nu putem avea o conversație linguală.
Plotwell: Vorbesc englezeşte doar un pic. Am auzit o mulțime de lucruri despre faima acestui mare luminător al artelor și științelor, ilustrul doctor Fossile. Aș dori să facem comutație (cum îi spuneți dumneavoastră), să facem schimb de lucruri între noi.

Primul subiect de amuzament este, firește, alchimia; totuși jargonul tehnic este redat cât se poate de corect în întreaga piesă.

Fossile: Mă rog, domnule, ce universitate ați absolvit?
Plotwell: Renumita Universitate din Cracovia…
Fossile: Dar în ce arcană sunteți maestru, domnule?

Plotwell: Priviți, domnule, această cutiuță de tutun prizat.
Fossile: Tabacheră.
Plotwell: Da, tabacheră. E din aurul cel mai curat.
Fossile: Ei bine, ce-i cu ea?
Plotwell: Cum adică ce-i cu ea? E aur cu mâna mea făcut, din plumb de la marea catedrală din Cracovia.
Fossile: Prin ce operațiuni anume?
Plotwell: Prin calcinare, reverberație, purificare, sublimare, amalgamare, precipitare și volatilizare.
Fossile: Ai grijă mare ce susții. Volatilizarea aurului nu-i un proces învederat...
Plotwell: Nu e nevoie să îi amintesc ilustrului doctor Fossile, dar toate metalele nu-s decât aur necopt.
Fossile: Grăit-ai ca un filozof. Așadar, ar trebui să iasă o lege în parlament împotriva exploatării minelor de plumb, precum şi împotriva tăierii pădurii tinere.

După aceasta, referirile la știință se întețesc: de la spinoasa problemă a aflării longitudinii pe mare până la inventarea fluxionilor sau a calculului diferențial.

Fossile: Nu am acum dispoziția să fac experimente.

Plotwell: ...Vă ocupați cu longitudinea, domnule?

Fossile: Nu mă ocup de lucruri imposibile. Caut doar marele elixir.

Plotwell: Și de metoda nouă a fluxionilor ce credeți?

Fossile: Nu cunosc altă metodă în afară de cea cu mercur.

Plotwell: Ha-ha. Fluxioni de cantitate voi a zice.

Fossile: Cea mai mare cantitate pe care-am cunoscut-o vreodată a fost de trei sferturi pe zi.

Plotwell: Să fie vreun secret dintr-ale hidrologiei, zoologiei, mineralogiei, hidraulicii, acusticii, pneumaticii și tehnicii logaritmice, a cărui explicație să v-o doriți cumva?

Fossile: Toate acestea sunt străine de mine, domnule.

Pentru noi este ireverenţios astăzi faptul că Newton a făcut obiectul satirei în timpul vieții și că a primit critici aspre. Dar e cert că fiecare teorie, oricât de măreață, conține presupuneri ascunse care sunt deschise contestării și care, în timp, vor necesita cu adevărat o înlocuire.

Iar teoria lui Newton, în sine o splendidă aproximare a naturii, nu avea cum să fie lipsită de acest neajuns. Newton însuși a mărturisit-o. Prima ipoteză pe care a emis-o încă de la bun început este conținută de propoziția „Consider că spațiul este absolut“. Prin aceasta a vrut să spună că spațiul este pretutindeni plan și infinit, așa cum se găsește în imediata noastră vecinătate. Iar Leibniz a criticat încă de la bun început această ipoteză, și pe bună dreptate. La urma urmei, ea nu este probabilă nici în baza propriei noastre experiențe. Suntem obișnuiți să trăim înconjurați de un spațiu plan, dar de îndată ce îndreptăm o privire mai largă asupra Pământului, ne dăm seama că lucrurile nu stau chiar așa.

Pământul este sferic; astfel încât punctul care desemnează Polul Nord poate fi zărit de doi observatori situați la Ecuator la distanță unul de celălalt, iar amândoi pot afirma cu temei: „Privesc către nord“. Un asemenea lucru este de neconceput pentru un locuitor al unui Pământ plat sau pentru cineva care crede că Pământul este pretutindeni la fel de plat așa cum se găsește în imediata lui

vecinătate. Newton gândea într-adevăr ca un susținător la scară cosmică al teoriei Pământului plat: navigând prin spațiu cu rigla gradată într-o mână și cu ceasornicul de buzunar în cealaltă, cartografiind spațiul ca și cum acesta ar fi pretutindeni așa cum este pe Pământ. Iar lucrurile nu stau neapărat astfel.

Și nici spațiul nu trebuie neapărat să fie pretutindeni sferic – adică el trebuie să posede o curbatură pozitivă. Se prea poate ca pe plan local spațiul să fie neregulat și ondulat. Ne putem imagina un spațiu care prezintă mai multe puncte de șa, peste care corpuri masive alunecă în unele direcții mai ușor decât în altele. Mișcarea corpurilor cerești va rămâne firește neschimbată, deoarece le observăm și explicațiile noastre trebuie să se potrivească cu ele. Dar în scenariul unui alt tip de spațiu, explicațiile ar fi diferite. Legile care guvernează Luna și planetele ar fi geometrice, nu gravitaționale.

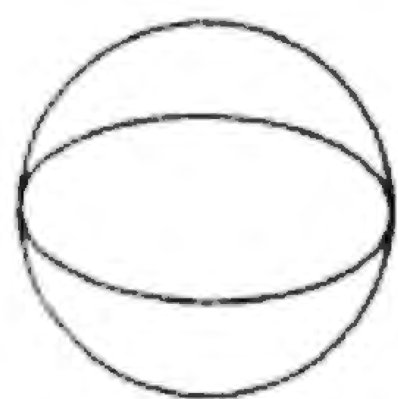
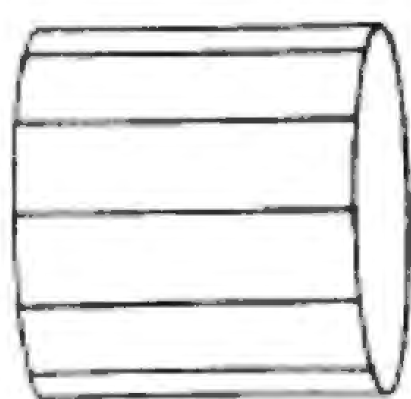
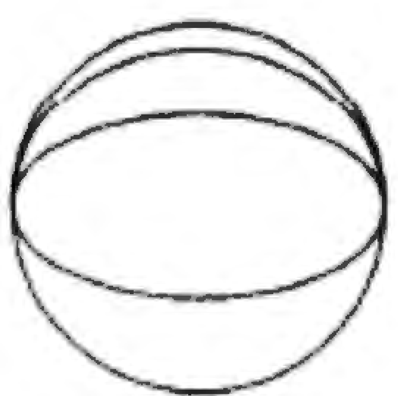
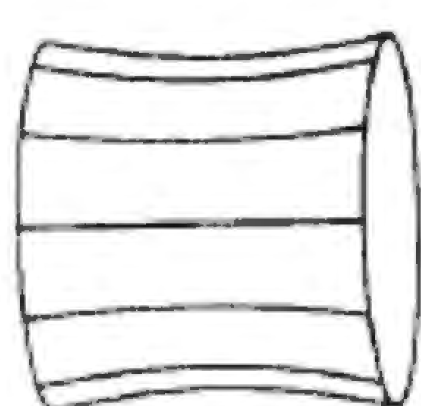
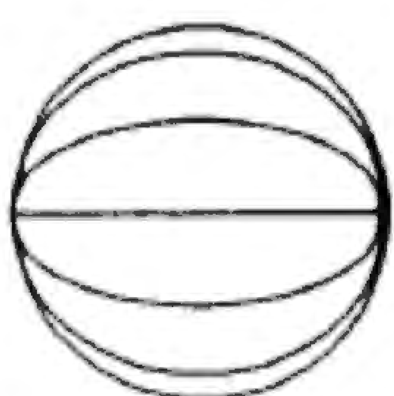
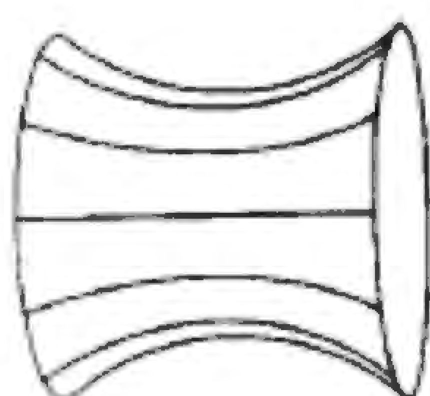
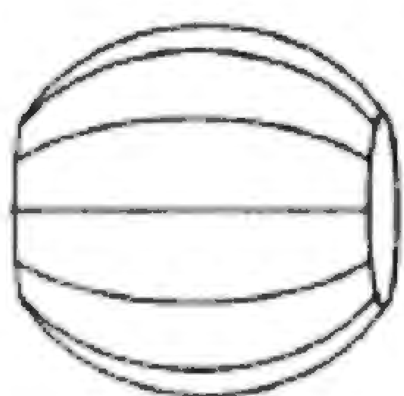
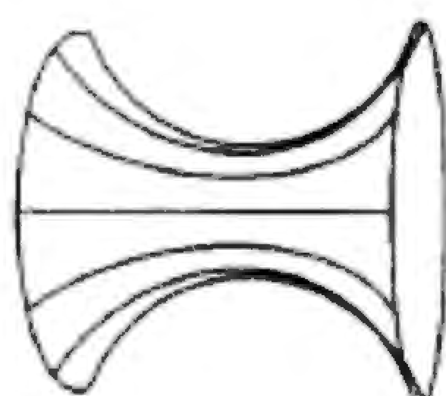
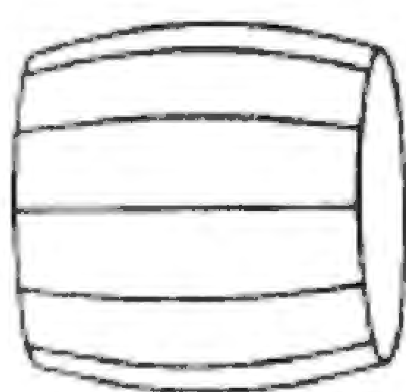
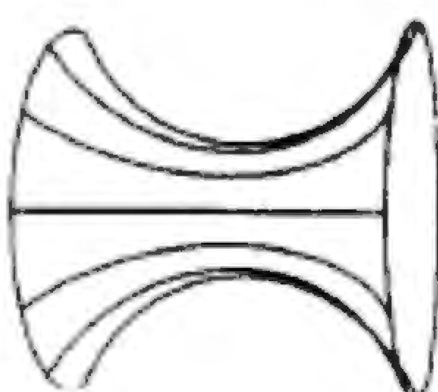
La acea vreme, toate aceste speculații aparţineau unui viitor îndepărtat, și chiar dacă ar fi fost formulate atunci, matematica epocii nu le-ar fi putut face față. Dar mințile

ascuțite și cu simț filozofic erau conștiente că, prin descrierea spațiului sub forma unei mari rețele, Newton conferise o ireală simplitate percepției umane a lucrurilor. Spre deosebire de Newton, Leibniz a rostit profeticele cuvinte: „Consider spațiul ca pe ceva pur relativ, așa cum este timpul“.

Timpul reprezintă cealaltă valoare absolută din sistemul newtonian. Timpul are o importanță crucială în cartografierea universului: în primul rând, nu știm cât de îndepărtate sunt stelele, ci doar momentul în care ele ajung în linia noastră vizuală. Astfel, universul navigației a necesitat imperios perfecționarea a două tipuri de instrumente: telescoapele și ceasurile.

Să discutăm pentru început îmbunătățirile aduse telescopului. Telescoapele se găseau acum în noul Observator Regal de la Greenwich. Omniprezentul Robert Hooke plănuise această mutare încă din vremea reconstruirii Londrei de către Sir Christopher Wren, după Marele Foc din 1666. Marinarul care încerca să își stabilească poziția –

longitudinea și latitudinea – în raport cu țărmuri îndepărtate putea de acum înainte să își compare propriile măsurători ale stelelor cu măsurătorile efectuate la Greenwich. Meridianul Greenwich a devenit reperul fix al fiecărui marinar ce navighează pe mările furtunoase: meridianul și Ora de Greenwich (GMT).

22. Ne putem imagina un spațiu care prezintă mai multe puncte de șa. *Grafică computerizată reprezentând inversarea unei sfere pentru a produce o curbatură negative*

În al doilea rând, un ajutor esențial în determinarea corectă a poziției avea să fie dat de îmbunătățirea ceasornicului. Într-adevăr, ceasornicul a devenit simbolul și problema centrală a epocii, deoarece teoriile lui Newton nu puteau avea o întrebuințare practică pe mare decât dacă se putea construi un ceas care să indice corect timpul pe o corabie. Principiul este destul de simplu. Cum Soarele dă ocol Pământului în 24 de ore, fiecare din cele 360 de grade de longitudine ocupă patru minute ca timp. Un marinar care compară amiaza pe corabia sa (poziția cea mai înaltă a Soarelui) cu amiaza pe un ceas potrivit după Ora de Greenwich știe astfel că fiecare patru minute de diferență îl îndepărtează ca poziție cu un grad de meridianul Greenwich.

Guvernul a oferit un premiu de 20.000 de lire sterline pentru orice ceasornic care va reuși să mențină o precizie de o jumătate de grad pe durata unei călătorii de șase săptămâni. Iar ceasornicarii londonezi (John Harrison, de pildă) au construit o sumedenie de ceasuri ingenioase, proiectate în așa fel încât ansamblul de pendule al fiecăruia să

corecteze erorile date de ambardeea corabiei.

Aceste probleme tehnice au condus la o adevărată explozie de invenții și au consacrat preocuparea pentru timp care a început de atunci să domine știința și viața cotidiană. O corabie este într-adevăr asemănătoare cu o stea. Cum călătorește o stea prin spațiu și cum putem ști ce timp înregistrează? Astfel, o corabie este un bun punct de plecare pentru a ne imagina timpul ca pe un lucru relativ.

Ceasornicarii epocii reprezentau aristocrația meșteșugarilor, la fel cum fuseseră meșterii zidari în Evul Mediu. Este un gând reconfortant să ne imaginăm că ceasul așa cum îl știm astăzi, ca pacemaker care indică pulsul sau dictatorul de buzunar al vieții moderne, a potențat ingeniozitatea meșterilor încă din Evul Mediu, însă într-un mod cât se poate de plăcut. În acele timpuri, primii ceasornicari nu doreau să știe cât este ora, ci să reproducă mișcarea corpurilor cerești.

Universul lui Newton a ticăit regulat, fără nici o sincopă, vreme de aproape două secole. Dacă duhul său

s-ar fi plimbat prin Elveția cândva înainte de anul 1900, toate ceasurile ar fi bătut la unison în cânt de aleluia. Și totuși, imediat după 1900, la Berna, la nici două sute de metri de turnul cu ceas, s-a stabilit un tânăr care avea să dea tuturor ceasurilor ora exactă: Albert Einstein.

Cam tot în această perioadă, teoriile despre timp și lumină au început să înregistreze dezacorduri. În 1881, Albert Michelson a efectuat un experiment (pe care l-a repetat împreună cu Edward Morley, șase ani mai târziu) în care a proiectat lumini în mai multe direcții și a fost extrem de surprins să descopere că, indiferent de cum se deplasa aparatul, valoarea vitezei luminii înregistrate de acesta era mereu aceeași. Ceea ce nu corespundea câtuși de puțin cu legile newtoniene. Iar acest mic murmur de dezaprobare față de chiar esența fizicii a fost fenomenul care i-a pus pe jar pe savanții iscoditori în jurul anului 1900.

Nu știm cu siguranță dacă tânărul Einstein era la curent cu aceste noutăți științifice. La universitate, nu s-a remarcat ca un student tocmai

atent. Dar este sigur că până să se stabilească la Berna s-a întrebat, poate chiar cu ani în urmă în adolescență, cum ar arăta experiența umană privită din punctul de vedere al luminii.

Răspunsul la această întrebare este plin de paradoxuri, ceea ce îl face dificil de formulat. Și totuși, în pofida tuturor paradoxurilor, partea cea mai grea nu este formularea răspunsului, ci conceperea întrebării. Geniul unor oameni precum Newton și Einstein rezidă tocmai în aceasta: ei pun întrebări transparente, inocente chiar, care se dovedesc a avea răspunsuri zguduitoare. Poetul William Cowper l-a numit pe Newton „înțeleptul copilăros“ tocmai pentru această calitate, și această expresie descrie perfect aerul de surpriză în fața lumii perceptibil pe chipul lui Einstein. Fie că vorbea despre călătoria pe un fascicul de lumină sau despre căderea prin spațiu, Einstein era întotdeauna o sursă vie de ilustrări simple și încântătoare ale unor asemenea principii, și voi încerca în cele de mai jos să îi imit exemplul. Voi sta la baza turnului cu ceas din Berna și voi urca în

tramvaiul cu care Einstein mergea zilnic la muncă, la Oficiul Elvețian pentru Patente.

Gândul care îl urmărise pe Einstein din adolescență era următorul: „Cum ar arăta lumea dacă aș călători pe un fascicul de lumină?“ Să presupunem că acest tramvai s-ar îndepărta de turnul cu ceas chiar pe fasciculul de raze cu ajutorul căruia vedem ce oră indică ceasul. În acest caz, desigur, ceasul ar fi înghețat în timp. În vreme ce tramvaiul, această cutie de metal călătorind pe razele de lumină, ar rămâne suspendat în timp. Timpul însuși s-ar opri în loc.

Se impun aici câteva explicații. Să presupunem că orologiul din spatele meu arată ora amiezii atunci când eu plec. Urmează să parcurg din acest punct o distanță de aproximativ 300.000 de kilometri, cu viteza luminii; ceea ce ar trebui să îmi ia cam o secundă. Dar ora indicată de orologiu, așa cum o văd eu, tot „amiază“ arată, deoarece fasciculul de raze are nevoie de exact același timp pentru a se îndepărta de orologiu cât am avut și eu. Cât privește orologiul, așa cum îl văd eu

și cât privește universul din tramvai, eu, păstrând viteza luminii, m-am desprins de curgerea timpului.

Avem aici un extraordinar paradox. Nu voi examina în continuare implicațiile sale sau alte implicații care l-au preocupat pe Einstein. Mă voi concentra doar asupra acestui aspect: dacă aș călători pe un fascicul de lumină, timpul s-ar opri subit în ceea ce mă privește. Iar aceasta trebuie să însemne că, pe măsură ce mă apropii de viteza luminii (ceea ce voi încerca să simulez în acest tramvai), mă găsesc singur în cutia mea spațio-temporală, îndepărtându-mă din ce în ce mai mult de normele vieții înconjurătoare.

Asemenea paradoxuri clarifică două lucruri. Primul ține de domeniul evidenței: nu există timp universal. Iar al doilea este ceva mai subtil: experiența călătorului este foarte diferită de experienţa celor care rămân acasă – observație valabilă pentru fiecare dintre noi pe drumul propriu. Experiențele trăite de mine în tramvai sunt coerente: descopăr aceleași legi, aceleași relații între timp, distanță, viteză, masă și forță,

precum cele descoperite de un alt observator. Dar valorile reale pe care le obțin eu pentru timp, distanță și așa mai departe nu sunt identice cu valorile obținute de omul aflat pe trotuar.

Aceasta este esența principiului relativității. Însă întrebarea evidentă care se cere pusă aici este: „Ei bine, ce anume leagă cutia lui de cutia mea?“ Răspunsul este lumina în mișcare: lumina este purtătorul de informații care ne unește. De aceea rezultatul experimental hotărâtor nu a încetat să uimească lumea încă de la obținerea lui în 1881: atunci când facem schimb de semnale, observăm că informația ajunge de la unul la celălalt mereu în același ritm. Întotdeauna obținem aceeași valoare pentru viteza luminii. Și atunci, firește, timpul, spațiul și masa trebuie să fie diferite pentru fiecare dintre noi, deoarece ele trebuie să conducă în mod consecvent la aceleași legi, atât pentru mine aici, în tramvai, cât și pentru omul aflat pe trotuar – și totuși valoarea vitezei luminii rămâne mereu aceeași.

Lumina și celelalte radiații sunt semnale care se împrăștie asemenea

unor ondulaţii pornind de la evenimente din univers, și nu este cu putință ca veștile despre un anume eveniment să se difuzeze mai repede decât o fac aceste radiații. Lumina, sau undele radio sau razele X, reprezintă purtătorul suprem de știri sau mesaje, și formează o rețea primară de informații care leagă laolaltă universul material. Chiar dacă mesajul pe care vrem să-l trimitem este pur și simplu ora exactă, nu îl putem transmite dintr-un loc în altul mai iute decât lumina sau undele radio care îl transmit. Nu există un timp universal pentru lume, după cum nu există nici semnal al meridianului Greenwich după care să ne potrivim ceasurile fără implicarea inevitabilă a vitezei luminii.

În această dihotomie, ceva trebuie să cedeze. Pentru că traiectoria urmată de o rază de lumină (asemenea traiectoriei unui glonț) nu arată la fel pentru un privitor obișnuit față de cum îi apare persoanei în plină mișcare care a lansat-o. Traiectoria îi apare mai lungă privitorului; și astfel timpul parcurs de lumină pe traiectoria ei trebuie să i se pară mai lung acestuia,

ca să poată obține aceeași valoare pentru viteza razei.

Este acest lucru adevărat? Da. Astăzi știm suficient despre procesele atomice și cosmice pentru a putea observa că la viteze foarte mari aceste afirmații se susțin. Dacă aș călători într-adevăr cu, să spunem, jumătate din viteza luminii, atunci timpul de trei minute și un pic văzut de mine pe ceas în tramvaiul lui Einstein, va fi cu jumătate de minut mai lung pentru omul de pe trotuar.

Vom aduce tramvaiul tot mai aproape de viteza luminii pentru a vedea cum arată lucrurile. Efectul relativităţii face ca lucrurile să își schimbe înfățișarea. (Au de asemenea loc și schimbări de culoare, dar ele nu se datorează relativității.) Acoperișurile clădirilor par să se încovoaie în interior și să se alungească. De asemenea, clădirile par să se strângă unele într-altele. Călătoresc pe orizontală, așa că distanțele orizontale par mai scurte, dar înălțimile rămân neschimbate. Mașinile și oamenii suferă distorsiuni similare: se subțiază și se alungesc. Și ceea ce este valabil pentru mine care privesc afară pe fereastra tramvaiului

este valabil și pentru omul de pe trotuar care privește înăuntru. Lumea relativității demnă de *Alice în Țara Minunilor* este una simetrică. Observatorul vede și el tramvaiul deformându-se: subțiindu-se și alungindu-se.

De bună seamă, aceasta este o imagine a lumii cu totul diferită față de cea imaginată de Newton. Pentru Newton, timpul și spațiul formau un cadru de referință absolut, în interiorul căruia evenimentele materiale ale lumii își urmau cursul într-o ordine imperturbabilă. Perspectiva newtoniană asupra lumii este cea a ochiului lui Dumnezeu; acest ochi privește la fel pe oricare observator, indiferent cine este și încotro se îndreaptă. De cealaltă parte, perspectiva lui Einstein este cea a ochiului uman, în care ceea ce văd eu și ceea ce văd semenii mei reprezintă lucruri relative pentru fiecare dintre noi, adică depind de poziția și de viteza noastră. Iar această relativitate nu poate fi trecută cu vederea. Nu putem ști ce este lumea în ea însăși, putem doar să comparăm observațiile noastre individuale, prin procedeul practic al

schimbului de mesaje. Eu din tramvai și tu din fotoliu nu putem face schimb de perspective divine și instantanee asupra evenimentelor – nu putem decât să ne comunicăm unul altuia propriile perspective. Și comunicarea nu este instantanee; nu putem îndepărta din ea decalajul de timp existent în toate semnalele, decalaj impus de viteza luminii.

Tramvaiul nu a atins viteza luminii. S-a oprit, cât se poate de lin, în apropierea Oficiului pentru Patente. Einstein a coborât, a petrecut o zi de lucru la birou și, ca în multe alte seri, a intrat în cafeneaua Bollwerk. Serviciul la Oficiul pentru Patente nu era din cale-afară de solicitant. La drept vorbind, multe dintre cererile înregistrate pentru patente ne apar astăzi de-a dreptul stupide: o cerere de patent pentru un model îmbunătățit de pușcă de jucărie; o cerere pentru un mecanism de control al curentului alternativ, despre care Einstein a notat succint: „Este incorectă, inexactă și neclară“.

În serile petrecute la cafeneaua Bollwerk obișnuia să discute unele chestiuni de fizică cu colegii. Fuma

trabucuri și bea cafele. Dar Einstein era un om pentru care raționamentul era o întreprindere solitară. Și a ajuns până în miezul problemei, întrebându-se: „Cum comunică în realitate unii cu alții, nu fizicienii, ci oamenii? Ce semnale ne trimitem unul altuia? Cum ajungem la cunoaștere?“

Iar aceste întrebări reprezintă esența tuturor lucrărilor sale, o veritabilă desfacere, petală cu petală, a florii rare a cunoașterii.

Astfel, epocala lucrare din 1905 nu tratează doar despre lumină sau, după cum spune titlul ei, despre *Electrodinamica corpurilor în mișcare*. Ea se continuă, în același an, cu un post-scriptum care afirmă că energia și masa sunt echivalente, $E = mc^2$. Pentru noi, este de-a dreptul remarcabil că prima descriere a relativității a atras după sine aproape instantaneu o previziune pe cât de practică pe atât de șocantă în privința fizicii atomice. Pentru Einstein, este pur și simplu vorba de un proces de unificare a părţilor componente ale lumii; la fel ca Newton, și ca toți ceilalți mari gânditori ai științei, el a

fost, într-o accepțiune profundă, un unitarian. Acest fapt vine dintr-o înțelegere profundă a proceselor naturii, dar mai cu seamă a relațiilor ce se stabilesc între om, cunoaștere și natură. Fizica nu presupune evenimente, ci observaţii. Relativitatea reprezintă înţelegerea lumii nu ca evenimente, ci ca relaţii.

Einstein avea doar amintiri plăcute despre această perioadă a vieții lui. După cum i-a mărturisit prietenului meu Leo Szilard cu mulți ani mai târziu: „Aceștia au fost cei mai fericiți ani din viața mea. Nimeni nu se aștepta de la mine să fac ouă de aur“. Desigur, Einstein a continuat să facă ouă de aur, ca să spunem așa: efectele cuantice, relativitatea generală, teoria câmpului. Odată cu acestea a venit confirmarea cercetărilor timpurii ale lui Einstein, precum și roadele predicțiilor sale anterioare. În 1915, el a prezis în teoria relativității generale că un câmp gravitațional din apropierea Soarelui ar face ca o rază de lumină ajunsă acolo să se curbeze spre interior – ca o distorsiune a spațiului. Două expediții trimise de Societatea Regală în Brazilia și pe coasta de vest a Africii au verificat

prezicerile lui Einstein în timpul eclipsei de soare din 29 mai 1919. În cazul lui Arthur Eddington, conducătorul expediției africane, prima măsurătoare asupra fotografiilor făcute în timpul expediției i-a rămas în memorie drept cel important moment din viață. Membrii Societății Regale și-au transmis unii altora veștile cu cea mai mare iuțeală; Eddington i-a trimis o telegramă matematicianului Littlewood, iar Littlewood i-a scris un bilet sumar lui Bertrand Russell:

> Dragă Russell,
>
> Teoria lui Einstein este pe deplin confirmată. Abaterea prezisă a fost de 1´´,72, iar cea observată de 1´´,75 ± ,06.
>
> Al tău,
> J. E. L.

Relativitatea era un fapt în sine, atât în teoria specială, cât și în cea generală. Formula $E = mc^2$ a fost desigur confirmată cu timpul. Până și ideea că ceasurile încetinesc a fost evidențiată în cele din urmă de un destin inexorabil. În 1905, Einstein a făcut o descriere oarecum comică a

unui experiment ideal menit să îi verifice teoria.

> Dacă există două ceasuri sincronizate în punctul *A*, și unul dintre acestea se deplasează pe o curbă închisă cu viteza constantă *v*, până ce ajunge înapoi în punctul *A*, în intervalul de timp presupus *t*, atunci cel de-al doilea ceas la sosirea în punctul *A* va fi pierdut ½ t $(v/c)^2$ secunde, în comparație cu ceasul care a rămas pe loc. De aici putem conchide că un ceas fixat la Ecuator va merge mai încet cu un foarte mic interval de timp față de un ceas identic fixat la unul dintre poli.

Einstein a murit în 1955, la 50 de ani după epocala lucrare din 1905. Dar, la momentul morții lui, omul putea măsura timpul cu precizia unei mii de milionime de secundă. Și astfel a devenit posibilă examinarea ciudatei sugestii de a ne „imagina doi oameni pe Pământ, unul la Polul Nord, și celălalt la Ecuator. Cel de la Ecuator se învârte mai repede decât cel de la Polul Nord; și astfel, ceasul lui va întârzia“. Și lucrurile s-au dovedit a sta chiar așa.

Experimentul a fost efectuat de un tânăr cercetător pe nume H.J. Hay, la

Harwell. El și-a închipuit că Pământul s-ar turti până ar căpăta forma unei tipsii, astfel încât Polul Nord se află în centru, iar Ecuatorul se rotește în jurul lui pe marginea discului astfel format. El a fixat un ceas atomic la marginea discului și încă unul în centru, și a pus discul în mișcare. Ceasurile înregistrează timpul în mod statistic prin numărarea atomilor radioactivi care se descompun. Și în mod cert, ceasul de la marginea discului lui Hay măsoară timpul mai lent decât cel dispus în centrul discului. Acest fenomen are loc în cazul fiecărui disc rotativ. Chiar acum, în fiecare disc de gramofon, centrul îmbătrânește mai repede decât marginea, cu fiecare rotație.

Einstein a fost mai mult creatorul unui sistem filozofic decât al unuia matematic. El a avut geniul de a găsi idei filozofice care au oferit o viziune nouă asupra experienței practice. El nu a privit natura ca un Dumnezeu, ci ca un explorator, adică asemenea unui om aflat înlăuntrul haosului dezlănțuit de fenomenele ei care a crezut cu tărie că există un tipar comun vizibil în toate aceste

fenomene, dacă alegem să le privim cu alți ochi. După cum a scris în *Cum văd eu lumea*:

> Am uitat care sunt acele trăsături din lumea experienței care ne fac să formulăm concepte (preștiințifice), și întâmpinăm mari dificultăți în a ne reprezenta nouă înșine lumea experienței fără ochelarii vechii interpretări conceptuale. O altă dificultate este faptul că limba noastră trebuie să opereze cu termeni care sunt inseparabil conectaţi cu acele concepte primitive. Acestea sunt obstacolele cu care ne confruntăm atunci când încercăm să descriem natura esențială a conceptului preștiințific de spațiu.

Astfel, într-o viață de om, Einstein a unit lumina cu timpul și timpul cu spațiul; energia cu materia, materia cu spațiul și spațiul cu gravitația. La sfârșitul vieții, încă lucra la aflarea unei unităţi între gravitație și forțele electricității și magnetismului. Așa mi-l amintesc, ținând prelegeri în clădirea Senatului de la Cambridge (Massachusetts), într-un pulover vechi și încălțat cu papuci de casă fără ciorapi, încercând să ne spună ce legătură căuta să găsească între

aceste forțe, și cu ce mari dificultăți își bătea capul.

Puloverul, papucii de casă, aversiunea pentru bretele și ciorapi nu țineau de vreo formă de afectare. Einstein părea să exprime, atunci când cineva dădea cu ochii de el, un articol de credinţă desprins din William Blake: „Bretele blestemate: fără voi, sunt omul tihnei binecuvântate“[12]. Nu îi păsa aproape deloc de succesul public sau de respectabilitate ori conformism; de cele mai multe ori, habar nu avea ce anume se așteaptă de la o persoană de calibrul său. Ura războiul, cruzimea și ipocrizia; dar mai presus de orice, ura dogma – lăsând la o parte faptul că ura nu este cuvântul potrivit pentru sentimentul trist de repulsie care îl încerca; Einstein credea că ura însăși este un fel de dogmă. A refuzat să fie ales președinte al statului Israel deoarece (după cum a explicat chiar el) nu se pricepea deloc la rezolvarea problemelor oamenilor. Era un criteriu modest, care ar putea fi foarte bine îmbrățișat de alți președinți: adoptându-l, mulți dintre

ei n-ar supraviețui multă vreme în funcție!

12. *Damn braces, bless relaxes*… (n. tr.).

Este aproape necuviincios să vorbim despre ascensiunea omului în prezența a două somități de talia aproape divină a lui Newton și Einstein. Dintre cei doi, Newton este divinitatea Vechiului Testament; iar Einstein reprezintă figura desprinsă din Noul Testament. Ca persoană, era plin de omenie, de milă, mereu însuflețit de un enorm spirit de compasiune. Viziunea lui asupra naturii înseși era cea a unei ființe umane aflate în prezența a ceva apropiat de divinitate, și astfel a considerat natura dintotdeauna. Îi plăcea mult să vorbească despre Dumnezeu: „Dumnezeu nu joacă zaruri cu universul“, „Dumnezeu nu este rău“. Într-un final, Niels Bohr i-a spus într-o bună zi: „Nu-i mai spune lui Dumnezeu ce să facă“. Dar sugestia lui Bohr nu era tocmai corectă. Asta pentru că Einstein era omul care putea pune întrebări de o imensă simplitate. Iar viața și opera lui ne-au arătat cu temei că atunci când și răspunsurile la aceste

întrebări sunt simple, poți spune că îl auzi pe Dumnezeu gândind.

Capitolul 8
DORINȚA DE PUTERE

Revoluțiile nu sunt făcute de soartă, ci de oameni. Câteodată este vorba de oameni de geniu solitari. Însă marile revoluții ale secolului al XVIII-lea au fost înfăptuite de oameni neînsemnaţi strânși laolaltă. Lucrul care i-a determinat să acționeze a fost convingerea că fiecare om este stăpânul propriului destin.

Astăzi ni se pare de la sine înţeles că știința are o responsabilitate socială. O asemenea idee nu i-ar fi trecut prin cap lui Newton sau lui Galilei. Ei își imaginau știința ca o explicare a lumii așa cum este ea, și singura responsabilitate pe care o recunoșteau era aceea de a spune adevărul. Ideea că știința reprezintă o îndeletnicire socială este una modernă, și începe odată cu Revoluția industrială. Ne surprinde că nu putem identifica mai departe în trecut o conștiință socială a științei,

deoarece nutrim iluzia că Revoluția industrială a pus capăt unei epoci de aur.

Revoluția industrială este de fapt un șir de schimbări care au început în jurul anului 1760. Aceasta nu este singura revoluție, ci face parte dintr-o triadă de revoluții, care mai cuprinde Revoluția americană, începută în 1776, și Revoluția Franceză, începută în 1789. Poate părea un lucru ciudat să punem pe acelaşi plan o revoluție industrială cu două revoluții politice. Însă în realitate, toate trei au fost revoluții sociale. Revoluția industrială este pur și simplu stilul englezesc de a înfăptui toate aceste schimbări sociale. Mă gândesc la ea ca la o veritabilă Revoluție engleză.

Ce anume o face specific englezească? În mod evident, faptul că a început în Anglia. Anglia era deja națiunea care conducea detașat la capitolul producție industrială. Dar industria prelucrătoare era de tip artizanal, drept care Revoluția industrială a început în zona rurală, unde erau localizate manufacturile. Cei care au înfăptuit-o sunt meșteșugarii: constructorul de mori, ceasornicarul, constructorul de

canale, fierarul. Ceea ce face Revoluția industrială să fie în particular englezească este faptul că are rădăcini rurale.

În prima jumătate a secolului al XVIII-lea, în perioada bătrâneții lui Newton și a declinului Societății Regale, Anglia se bucura de ultimele zile însorite ale manufacturilor rurale și ale comerțului peste mări practicat de negustorii aventurieri. Dar această vreme frumoasă a pălit curând. Comerțul a devenit din ce în ce mai competitiv. La sfârșitul secolului, necesitățile industriei au devenit mai pronunțate și din ce în ce mai presante. Artizanatul local nu mai era suficient de productiv. Pe durata a două generații, aproximativ între anii 1760 și 1820, modul obișnuit de organizare industrială s-a schimbat. Înainte de 1760, producţia artizanală se desfăşura de obicei în propria gospodărie. Începând cu 1820, producţia era asigurată de obicei prin aducerea muncitorilor în fabrici, unde erau supravegheați în timpul lucrului.

Visăm la peisajul idilic rural al secolului al XVIII-lea – un paradis

pierdut asemenea *Satului părăsit* descris de Oliver Goldsmith în 1770.

Auburn iubit, sat dulce din câmpie,
Aici flăcăul trăieşte în belşug şi voioșie.

Ce binecuvântat în umbra ta-ncunună
A tinereții trudă cu bătrânețea bună.

Versurile lui Goldsmith sunt fabulaţii, iar George Crabbe, care era preot de țară și cunoștea îndeaproape viața grea de la sat, a fost atât de indignat de acestea, încât le-a răspuns printr-un acid poem realist.

Da, cântă muzele despre flăcăii fericiți,
Căci muzele nu știu că-s greu năpăstuiți.

De trudă cocoșați și-mpovărați de ani,
În versuri lingușirea nu face nici doi bani.

Satul era un loc în care oamenii munceau de dimineața până seara, iar truditorul gliei nu trăia mângâiat de razele soarelui, ci apăsat de sărăcie

și întuneric. Instrumentele destinate să-i ușureze munca datau din timpuri imemoriale, cum ar fi moara pentru cereale, care era deja o invenție veche încă din vremea lui Chaucer. Revoluția industrială a început cu construirea unor astfel de mașinării; constructorii de mori erau inginerii epocii ce bătea la ușă. James Brindley din Staffordshire și-a început cariera de autodidact între-ale ingineriei în 1733, lucrând la confecționarea roților de moară încă de la vârsta de 17 ani; se născuse într-o familie săracă din mediul rural.

Îmbunătățirile aduse de Brindley erau de ordin practic: sporirea și perfecționarea performanțelor mecanice ale roților morilor de apă. Ele au fost primele mașinării multifuncționale folosite de noile industrii. Brindley a lucrat, de pildă, și la îmbunătățirea procedeelor de pulverizare a pietrelor de cremene, utilizate de industria în plin avânt a olăritului.

Totuși, în jurul anului 1750, plutea în aer o mișcare inovatoare de mai mare anvergură. Apa devenise elementul familiar inginerilor, iar oameni precum Brindley erau

literalmente obsedaţi de ea. Apa țâșnea și se întindea pe întreg cuprinsul peisajului rural. Nu era doar o simplă sursă de energie, ci reprezenta valul unei noi mișcări. James Brindley a fost un pionier în arta construirii de canale sau, cum i se spunea în epocă, „navigație". (Din pricină că Brindley nu știa să scrie corect cuvântul englezesc „navigator", muncitorilor care sapă șanțuri sau canale li se spune și astăzi „navvies".)

Brindley a început din proprie inițiativă și din interes personal să prospecteze toate căile pe apă parcurse în călătoriile sale de proiectare pentru mori și mine. Mai apoi, ducele de Bridgewater i-a încredințat construirea unui canal pentru transportul cărbunelui extras din galeriile acestuia de la Worsley până la Manchester, oraș aflat în plin avânt. A fost un proiect uimitor, după cum relatează o scrisoare expediată gazetei *Manchester Mercury* în 1763:

> Am admirat în ultima vreme priveliștea oferită de minunile artificiale ale Londrei și de cele naturale ale dealurilor Pennine, dar nici una dintre ele nu mi-a făcut mai

> multă plăcere în această țară decât canalul navigabil al ducelui de Bridgewater. Proiectantul lui, ingeniosul domn Brindley, a adus îmbunătățiri cu adevărat uimitoare acestei căi navigabile. La Barton Bridge, a construit canalul navigabil suspendat în aer; și este tot atât de înalt precum vârfurile copacilor. În timp ce îl cercetam cu un amestec de uluială și încântare, patru barje au trecut pe lângă mine în intervalul a doar trei minute, două dintre ele fiind legate una de cealaltă, și trase de doi cai de povară, care pășeau pe terasamentul canalului, unde eu nu îndrăzneam să mă aventurez, aproape tremurând în fața priveliștii mărețe oferite de râul Irwell, aflat dedesubt. Unde Cornbrookese se încrucișează cu canalul ducelui, [...] cam la doi kilometri distanță de Manchester, oamenii ducelui au construit un ponton unde vând cărbuni cu trei penny și jumătate coșul. [...] Vara viitoare intenționează să ajungă cu canalul până în [Manchester].

Brindley a continuat construcția de canale unind orașele Manchester și Liverpool prin adoptarea unor soluții tehnice și mai îndrăznețe, construind în total aproape 650 de kilometri de

canale care formează o rețea ce brăzdează întreaga Anglie.

Două lucruri sunt cu adevărat remarcabile în construirea sistemului englezesc de canale, iar ele sunt caracteristice pentru întreaga Revoluție industrială. În primul rând, cei care au înfăptuit această revoluție au fost oameni practici. La fel ca Brindley, erau adesea oameni cu școală puțină și, în realitate, educația școlară, așa cum era concepută în epocă, nu făcea altceva decât să tocească o minte inventivă. Prin lege, gimnaziile nu puteau preda decât materiile clasice pentru care fuseseră întemeiate. Iar universitățile (cele două existente, Oxford și Cambridge) erau prea puțin preocupate de studiile moderne sau științifice; în plus, aveau porțile ferecate în fața celor care nu țineau de confesiunea anglicană.

Cealaltă trăsătură remarcabilă este faptul că noile invenții erau destinate utilizării cotidiene. Canalele erau artere de comunicații: ele nu erau destinate să transporte vase de agrement, ci barje. Iar barjele nu cărau produse de lux, ci oale, cratițe și baloți de pânză, cutii cu panglici și

toate lucrurile uzuale pe care oamenii le cumpără pentru câțiva bănuți. Toate aceste lucruri erau fabricate în fostele sate care se preschimbau acum în orașe, departe de Londra, într-un flux comercial care cuprinsese întreaga țară.

În Anglia, tehnologia se întindea în toată ţara departe de capitală. Iar tocmai acest lucru *nu* se întâmpla cu tehnologia în coridoarele întunecate ale puterii de la curțile Europei. De pildă, francezii și elvețienii erau tot atât de iscusiți ca englezii (și mult mai ingenioși) în a construi jucării de uz științific. Însă ei își dedicau întreaga pricepere în domeniul construirii de obiecte pentru familii bogate sau capete încoronate. Mecanismele automate care le-au luat ani de muncă au rămas până în zilele noastre cele mai atractive obiecte care reproduc fluxul mișcării. Francezii au fost cei care au inventat automatizarea: adică ideea de a face ca fiecare pas dintr-o secvență să îl controleze pe următorul. Chiar și sistemul modern de control al mașinilor cu ajutorul cartelelor perforate a fost inventat încă din 1800

de Joseph-Marie Jacquard pentru războaiele de țesut mătase din Lyon, după care a lâncezit mult timp în această industrie de lux.

Iscusința de acest gen putea ajuta pe cineva să ajungă departe în Franța de dinainte de revoluție. Un ceasornicar, Pierre Caron, care inventase un nou eșapament de ceas și îi făcuse pe plac reginei Maria Antoaneta, a prosperat la curtea Franței și a ajuns conte de Beaumarchais. Avea de asemenea talent muzical și literar, și mai târziu a scris o piesă, după care Mozart și-a compus capodopera *Nunta lui Figaro*. Deși o comedie pare o sursă improbabilă de istorie socială, intrigile din piesă și cele create în jurul ei ne arată ce soartă avea talentul la curțile Europei.

La prima vedere, *Nunta lui Figaro* arată ca o piesă cu marionete franțuzească, înțesată de intrigi secrete. Dar această piesă este cu adevărat un semnal de avertizare al furtunii revoluționare ce stătea să înceapă. Beaumarchais avea un nas fin pentru evenimentele politice ale vremii și acționa cu maximă prudență[13]. Era angajat din partea

câtorva miniștri regali într-o serie de afaceri cu două tăişuri, fiind de fapt implicat în numele lor în traficul de arme către revoluționarii americani, pentru a-i ajuta în lupta împotriva englezilor. Regele își închipuia probabil că face un joc extrem de machiavelic și că putea păstra asemenea mașinațiuni politice doar pentru export. Dar Beaumarchais era destul de inteligent şi de abil, putând simți revoluția care plutea în aer. Iar mesajul pe care îl transmite personajul său Figaro, servitorul, este unul revoluționar.

13. Pentru a indica prudența personajului, autorul împrumută expresia din proverbul englezesc *He who sups with the devil should have a long spoon*, „Cine stă la masă cu diavolul să-și ia lingură lungă“ (n. tr.).

> Ei, domnule conte, dragă domnule conte! Vasăzică, din ăștia îmi ești! Mă întrebam eu de ce vrea să mă ia la ambasadă și să mă facă din valet, curier. Acum înțeleg, domnule conte... trei avansări dintr-odată. Dumneata ambasador, eu cal de poștă, și Suzanne... cucoană-manta de ploaie, ambasadoare de odaie.[14]

14. Beaumarchais, *Nunta lui Figaro*, Editura pentru Literatură, trad. rom. Anda Boldur şi Valentin Lipatti, Bucureşti, 1967 (n. tr.).

Faimoasa arie a lui Mozart, *Se vuol ballare, Signor Contino…* („Ei, domnule conte, ai să joci cum îți cânt eu“), este o veritabilă provocare. În cuvintele lui Beaumarchais, ea sună astfel:

> Nu, domnule conte, degeaba, n-o vei avea… n-o vei avea! Pentru că ești mare senior te socoți și peste măsură de isteț? Noblețe, rang, avere, funcții, de aceea ești atât de încrezut. […] Dar tare-aș vrea să știu cum le-ai dobândit. […] Ți-ai dat doar osteneala să vii pe lume, și atât! Încolo, ești un om obișnuit.
>
> Se iscă o discuție despre originea bogățiilor și, cum nu e nevoie ca un lucru să fie al tău pentru ca să-l judeci, neavând nici un ban, mă apuc și scriu despre valoarea banului și a beneficiului său net; nu trece mult, și din fundul unei trăsuri văd coborând spre mine puntea unei cetăți, la poarta căreia mi-am lăsat speranța și libertatea. […] Prostiile tipărite nu-s luate în seamă decât acolo unde sunt oprite să circule: că fără libertatea de-

a critica, nici o laudă nu e măgulitoare.[15]

15. *Ibidem* (n. tr.).

Lucruri ca acestea se petreceau îndărătul poleielii curtenitoare a societății franceze, la fel de protocolară precum grădinile castelului Villandry[16].

16. Castel din Franța, renumit pentru grădinile sale (n. tr.).

Astăzi ne pare un lucru de neconceput că scena grădinii din *Nunta lui Figaro*, cu aria în care Figaro își numește stăpânul *Signor Contino* („micule conte“), a fost privită la vremea ei ca o scenă cu substrat revoluționar. Dar să ne gândim mai bine când a fost scrisă. Beaumarchais a terminat de scris piesa *Nunta lui Figaro* în jurul anului 1780. A fost nevoie de patru ani de lupte duse cu o mulțime de cenzori, cel mai însemnat dintre ei fiind însuși Ludovic XVI, pentru a obține o reprezentație. Când piesa s-a jucat în cele din urmă, s-a iscat un scandal în întreaga Europă. Mozart a reușit să o prezinte la Viena doar transformând-o într-o operă. Mozart avea atunci 30 de ani: se

întâmpla în 1786. Iar trei ani mai târziu, în 1789, a început Revoluția Franceză.

A fost Ludovic XVI răsturnat de pe tron și ghilotinat din pricina piesei *Nunta lui Figaro*? Bineînțeles că nu. Satira nu este în sine dinamită socială. Dar este un indicator al societății: ea arată că oameni noi bat la ușa istoriei. Ce l-a făcut pe Napoleon să numească ultimul act al piesei „revoluție în acțiune“? Figura lui Beaumarchais însuși, în persoana lui Figaro, arătând către conte și spunând: „Pentru că ești mare senior te socoți și peste măsură de isteț? Ți-ai dat doar osteneala să vii pe lume, și atât!“

Beaumarchais era reprezentantul unui alt tip de aristocrație, şi anume cea a talentului creator: ceasornicarii epocii sale, meșterii zidari din trecut, tipografii. Ce l-a entuziasmat atât de tare pe Mozart în *Nunta lui Figaro*? Ardoarea revoluționară, care pentru el era reprezentată de mişcarea francmasonilor căreia îi aparținea și pe care a glorificat-o în opera *Flautul fermecat*. (Francmasoneria era în epocă o societate secretă în ascensiune, care propovăduia idei

antisistem și anticlericale; iar pentru că Mozart era cunoscut ca membru al frăției, cu greu s-a găsit un preot care să vină la căpătâiul lui înainte de a muri, în 1791.) Sau să ne amintim, de pildă, de cel mai reprezentativ francmason al epocii, tipograful Benjamin Franklin. El era emisarul american la curtea regelui Ludovic XVI în 1784, anul primei reprezentații a *Nunții lui Figaro*. Iar Franklin, mai mult decât oricine, reprezenta tipul acela de oameni cu privirea ațintită în viitor, energici, încrezători şi întreprinzători care făuresc istoria.

Mai întâi, Benjamin Franklin a avut un noroc ieșit din comun. Când s-a înfățișat să-și prezinte scrisorile de acreditare la Curtea franceză în 1778, s-a întâmplat ca în ultimul moment să constate că peruca și veșmintele protocolare pe care trebuia să le poarte erau prea mici pentru măsura lui. Ca atare, s-a înfățișat îndrăzneț arătându-și podoaba capilară proprie, și a fost imediat aclamat drept copilul naturii venit de la ţară.

Toate acțiunile sale poartă amprenta unei inteligențe așezate, care știe să se exprime în cuvinte

potrivite. A scos o publicație anuală, *Poor Richard's Almanack*, care abundă în materie primă pentru proverbe ulterioare: „Foamea n-a văzut nicicând pâine rea“; „Dacă vrei să cunoști valoarea banilor, încearcă să împrumuți câțiva“. Franklin scria despre anuarul său:

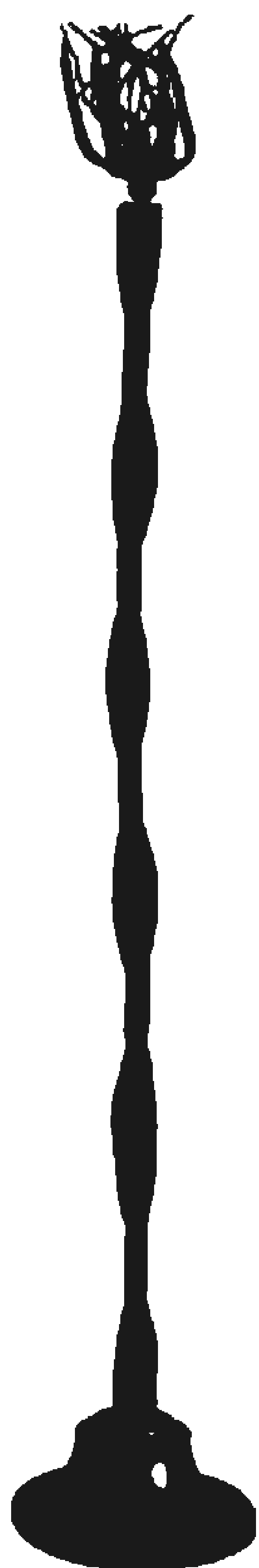
> În 1732 am publicat pentru prima dată Almanahul. [...] Am continuat să lucrez la el vreme de 25 de ani. [...] M-am străduit să îl fac să fie atât distractiv, cât și folositor, și astfel a ajuns să aibă parte de o asemenea cerere încât m-am ales cu un profit frumușel de pe urma lui; am vândut anual cam zece mii de bucăți, [...] încât nu se află regiune a țării din care să lipsească. Îl consider un vehicul nimerit pentru a răspândi învățătura în rândul oamenilor de rând, care altfel nu cumpărau cărți mai deloc.

Celor care se îndoiau de utilitatea noilor invenții (cu ocazia zborului primului balon cu hidrogen la Paris în 1783), Franklin le-a răspuns: „Care este folosul adus de un nou-născut?“ Caracterul său este condensat în acest răspuns: optimist, realist, concis și suficient de memorabil pentru a fi repetat în secolul următor de marele

savant Michael Faraday. Franklin era extrem de atent și la felul în care erau rostite lucrurile. A construit pentru sine prima pereche de ochelari bifocali, tăindu-le în jumătate lentilele, deoarece nu putea pricepe franceza vorbită la Curte decât dacă urmărea expresia vorbitorului.

Oameni de felul lui Benjamin Franklin erau pasionați de gândirea rațională. Privind suma impresionantă de realizări nete presărate de-a lungul vieții sale, broșurile, caricaturile și stampele tipografice, suntem frapați de anvergura și bogăția minții sale ingenioase. Divertismentul științific favorit al epocii era electricitatea. Franklin iubea amuzamentul (era un om destul de indecent), dar în privința electricității era cât se poate de serios și a recunoscut-o ca o veritabilă forță a naturii. El a sugerat că fulgerul este de natură electrică, iar în 1752 a și dovedit-o – cum altfel decât în stilul Franklin? – legând o cheie de un zmeu înălțat în timpul unei furtuni. Norocul lui Franklin a fost proverbial și de această dată: experimentul nu i-a fost fatal, dar mulți care l-au copiat și-au găsit astfel

sfârșitul. Desigur, el a transformat experimentul într-o invenție practică, paratrăsnetul, cu ajutorul căruia a făcut lumină și în teoria electricității, susținând că întreaga electricitate este de un singur tip și nu reprezintă două fluide diferite, cum se credea în epocă.



23. *Paratrăsnet din perioada lui Franklin*

Există și o notă de subsol în povestea inventării paratrăsnetului, care să ne amintească din nou că istoria socială se poate ascunde în cele mai neașteptate locuri. Franklin a argumentat, pe bună dreptate, că paratrăsnetul avea să funcționeze mai bine dacă este ascuțit la vârf. Acest fapt era contrazis de unii savanți, care se pronunțau în favoarea unui capăt rotunjit, iar Societatea Regală din Anglia a fost chemată să arbitreze disputa. Totuși, rezolvarea acesteia a venit într-o formă mai primitivă, de la un nivel mult mai înalt: regele George III, într-un acces de furie îndreptată împotriva Revoluției Americane, a poruncit ca toate paratrăsnetele montate pe clădirile regale să fie rotunjite la vârf. Amestecul politicii în chestiunile științifice are de obicei consecințe tragice; dar avem și un caz fericit în care, cu un comic neegalat, romanul *Călătoriile lui Gulliver* ne descrie războiul izbucnit între „împărățiile Lilliput și Blefuscu“ din pricina felului în care se spărgeau ouăle fierte la micul dejun: la capătul ascuțit sau la cel turtit.

Franklin și prietenii săi trăiau pentru știință; ea se găsea constant în gândurile lor, și la fel de constant și în mâinile lor. Pentru ei, înțelegerea naturii era o sursă intensă de satisfacție practică. Cu toții erau oameni implicați în societate: Franklin era om politic, fie că tipărea bancnote sau necontenitele sale broșuri cu anecdote picante. Iar politica făcută de el era tot atât de directă ca și experimentele sale. El a modificat introducerea plină de înflorituri a Declarației de Independență, cu un limbaj mult mai simplu: „Considerăm că următoarele adevăruri sunt *evidente*: toți oamenii sunt creați egali". Când a izbucnit războiul între Anglia și revoluționarii americani, Franklin i-a scris deschis unui politician englez care îi fusese prieten, în cuvinte pline de ardoare:

> Ați început să ne pârjoliți orașele. Uitați-vă bine la mâinile voastre! Sunt pătate de sângele rudelor voastre.

Roșul aprins a devenit culoarea noii epoci în Anglia – în predicile lui John Wesley și pe cerul brăzdat de furnale al Revoluției industriale, așa cum este peisajul incandescent din

Abbeydale în Yorkshire, un centru timpuriu al siderurgiei, renumit în producția de fier și oțel. Meșterii fierari erau stăpânii industriei: figuri puternice, impunătoare şi demonice, fiind suspectați de stăpânire, pe bună dreptate, că ar nutri vederi cu adevărat egalitariste. Oamenii muncii din nord și din vest nu mai erau lucrători agricoli, ci ajunseseră să formeze o comunitate industrială. Iar acum trebuiau să fie plătiţi cu bani peșin, nu cu servicii şi favoruri. Dar guvernele de la Londra erau prea puțin la curent cu această situație. Când au refuzat să emită suficienți bani în monede de mică valoare, meșteri fierari precum John Wilkinson au bătut monedă alternativă cu care să-și plătească lucrătorii, purtând efigia lor neregală. Londra s-a alarmat: era cumva vorba de un complot republican? Nu, nu era nici un complot. Dar este foarte adevărat că invențiile radicale sunt rodul unor minți radicale. Primul model al unui pod de fier expus la Londra a fost creația lui Thomas Paine, figură revoluționară atât în Anglia, cât și în America, autor al volumului *Drepturile omului*.



24. Meșteri fierari precum John Wilkinson au bătut monedă alternativă, purtând efigia lor neregală.
Monedă Wilkinson, 1788

Între timp, fierul forjat era deja utilizat în diverse moduri novatoare de meșteri fierari precum John Wilkinson. El a construit prima ambarcațiune din fier forjat în 1787 și s-a lăudat că aceasta îi va transporta coșciugul când va muri. Și chiar a fost înmormântat într-un coșciug de fier în 1808. Iar ambarcațiunea chiar a navigat pe sub un pod de fier forjat, la construirea căruia Wilkinson a dat o mână de ajutor în 1779, într-un orășel vecin din Shropshire, care se numește și astăzi Ironbridge (Podul de Fier).

A rivalizat într-adevăr arhitectura fierului cu arhitectura catedralelor? Răspunsul este afirmativ. Pentru că este vorba de o eră revoluționară. A

simțit-o și Thomas Telford, care a împânzit peisajul cu construcții din fier. A fost la început păstor sărac, apoi a lucrat ca ajutor de zidar, iar din inițiativă proprie a devenit inginer de drumuri și canale, dar și prieten al poeților. Marele lui apeduct, care trece împreună cu canalul Llangollen peste apele râului Dee, ni-l înfățișează ca un maestru al fierului forjat la scară monumentală. Monumentele Revoluției industriale au o grandoare romană, o grandoare inspirată de creatorii lor republicani.

Bărbații care au înfăptuit Revoluția industrială sunt de obicei înfățișați ca niște oameni de afaceri lipsiți de sentimente, motivați de nimic altceva în afară de interesul propriu. Acest portret este cu siguranță eronat. Mai întâi, mulți dintre ei erau inventatori, care au intrat în afaceri datorită propriilor invenții. Mai apoi, majoritatea acestora nu țineau de Biserica Anglicană, ci aparțineau unei tradiții puritane a confesiunii unitariene și a altor mișcări similare. John Wilkinson, de pildă, a fost puternic influențat de cumnatul său Joseph Priestley, devenit mai târziu chimist renumit, dar care era prin

formație pastor unitarian, și probabil pionier al principiului „o cât mai mare fericire pentru cât mai mulţi".

La rândul său, Joseph Priestley era consilierul științific al lui Josiah Wedgwood. Astăzi ni-l imaginăm pe Wedgwood ca pe un artizan creator de minunate obiecte de veselă pentru aristocrați și capete încoronate: și chiar așa se întâmpla, în rarele ocazii când ceramistul englez primea comenzi. De exemplu, în 1774 a creat un serviciu de masă bogat decorat pentru aproape o mie de persoane, la comanda țarinei Ecaterina cea Mare a Rusiei, care a costat mai bine de 2.000 de lire sterline – o sumă considerabilă în acea epocă. Dar baza acestui serviciu de masă a constituit-o propria lui ceramică; de fapt, toate cele o mie de piese, nedecorate, nu costau mai mult de 50 de lire; ca aspect și utilizare, piesele serviciului comandat de Ecaterina cea Mare erau identice cu cele obișnuite, cu excepția scenelor idilice pictate manual. Materialul care l-a făcut celebru și bogat pe Wedgwood nu era porțelan, ci o ceramică albă de olărit destul de comună. O ceramică accesibilă omului de rând, care o putea

cumpăra pentru un șiling bucata. Și cu timpul, această ceramică a schimbat radical bucătăriile clasei muncitoare din perioada Revoluției industriale.

Wedgwood a fost o persoană extraordinară: de o mare inventivitate în domeniul său de activitate, dar și în materie de tehnici științifice care puteau conferi o mai mare exactitate meșteșugului său. El a inventat o metodă de măsurare a temperaturilor ridicate din cuptorul de ardere cu ajutorul unei scări de expansiune glisante pe care se deplasa un obiect ceramic de probă. Măsurarea temperaturilor ridicate a fost dintotdeauna o problemă spinoasă în fabricarea ceramicii și prelucrarea metalelor, și ca urmare a acestei invenții, Societatea Regală a considerat că se cuvine (după standardele epocii) să îl aleagă drept membru.

Josiah Wedgwood nu a constituit excepția: în Anglia erau zeci de oameni asemenea lui. El aparținea, într-adevăr, unui grup de circa 12 persoane, Societatea Lunară din Birmingham (la acea vreme, orașul Birmingham era încă alcătuit dintr-

un grup răzleț de comunități rurale industriale), care și-au luat acest nume deoarece se reuneau în apropierea datelor cu lună plină. Obicei datorat faptului că oameni precum Wedgwood, care veneau la Birmingham de la o distanță mai mare, numai atunci puteau călători în siguranță pe drumurile deplorabile care puteau deveni periculoase în timpul nopților întunecoase.

Dar Wedgwood nu era cel mai de seamă industriaș al epocii: mai erau și oameni precum Matthew Boulton, cel care l-a adus pe James Watt la Birmingham pentru că acolo puteau să construiască motorul cu aburi. Lui Boulton îi plăcea în mod deosebit să vorbească despre măsurători; obișnuia să afirme că natura îi hărăzise să devină inginer deoarece se născuse în anul 1728, ceea ce reprezintă numărul de inci cubici într-un picior cubic[17]. Medicina reprezenta și ea o preocupare importantă a grupului din Birmingham, având drept rezultat o serie de noi descoperiri de oarecare importanță. Doctorul William Withering din Birmingham a descoperit întrebuințările digitalinei.

Alt doctor cu faimă care făcea parte din Societatea Lunară a fost Erasmus Darwin, unul dintre bunicii lui Charles Darwin. Cine a fost celălalt bunic al celebrului naturalist? Nimeni altul decât Josiah Wedgwood.

17. Aproximare zecimală (n. tr.).

Societățile precum Societatea Lunară reprezintă intuiţia făuritorilor Revoluției industriale (o intuiţie autentic englezească) că au o responsabilitate socială. O numesc intuiţie englezească, deși acest lucru nu este tocmai exact: Societatea Lunară a fost puternic influențată de Benjamin Franklin și de alți americani asociați cu aceasta. Crezul comun care îi anima pe membrii acesteia era unul simplu: o viață bună înseamnă *mai mult* decât un trai decent, însă o viață bună trebuie *să se sprijine* pe un trai decent.

A fost nevoie de încă o sută de ani pentru ca idealurile Societății Lunare să devină realitate în Anglia victoriană. Și când s-a întâmplat, realitatea a părut banală, aproape comică, precum o carte poștală ilustrată din epoca victoriană. Este

comic să ne gândim că lenjeria de corp din bumbac și săpunul au putut produce o transformare profundă în viața celor săraci. Și totuși, aceste lucruri simple – cărbuni într-o sobiță de fier, geamuri la ferestre, o alimentație diversificată – au reprezentat o creștere spectaculoasă a calității vieții și sănătății publice. După standarde moderne, orașele industriale erau niște aglomerări de cartiere sărace, dar pentru oamenii plecați din coliba lor de la țară, o casă într-un ansamblu de locuințe reprezenta eliberarea din robia foamei, mizeriei și bolii; traiul într-o asemenea casă oferea o mulțime de noi oportunități. Dormitorul cu text scris pe perete ni se pare astăzi amuzant și aproape patetic, dar pentru soția dintr-o familie de proletari el reprezenta prima experiență a vieții private. Probabil că patul cu cadru de fier a salvat de febra puerperală mai multe femei decât gentuța neagră cu instrumente a doctorului, ea însăși o inovație în epocă.

Toate aceste beneficii s-au datorat producției industriale în serie. Iar sistemul fabricilor industriale era

sinistru; manualele școlare au dreptate în această privință. Însă era sinistru în accepțiunea veche, tradițională. Minele și atelierele au fost mereu locuri reci, umede, ticsite și opresive, încă înainte de Revoluția industrială. Fabricile pur și simplu au continuat să facă ceea ce industria manufacturieră rurală a făcut dintotdeauna, cu același dispreț suveran față de soarta muncitorilor.

Nici poluarea cauzată de fabrici nu era un lucru nou. Ținea și ea de tradiția minelor și atelierelor, care au constituit mereu o sursă de poluare pentru mediul înconjurător. Noi considerăm poluarea o calamitate modernă, dar lucrurile nu stau așa. Ea este doar o altă expresie a indiferenței sordide față de sănătate și calitatea vieții, care a făcut ca în secolele anterioare ciuma să fie un nedorit vizitator anual.

Dar răul cel mai mare care dădea acel aer sinistru noilor fabrici era acum diferit: era dominarea omului de către ritmul mașinilor. Pentru prima dată muncitorii erau conduși de un mecanism inuman: puterea apei, mai întâi, iar apoi cea a aburului. Ni se pare o nebunie astăzi

(și chiar era o nebunie) ca fabricanții să se lase îmbătați de revărsarea de putere care erupea fără încetare din cazanele fabricii. Era predicată o nouă etică, al cărei păcat capital nu era cruzimea sau viciul, ci trândăvia. Până și școlile de duminică îi avertizau pe copii că

> Satana numai rele dă de lucru
> Mâinilor trândave.

Schimbarea survenită la nivelul percepției temporale era teribilă și distructivă. Dar schimbările survenite la nivelul puterii deschideau larg porțile viitorului. De exemplu, Matthew Boulton, membru al Societății Lunare, a construit o fabrică ce aducea mai degrabă a expoziție, deoarece siderurgia practicată de Boulton era dependentă de îndemânarea meșterilor fierari. În acest loc, James Watt a inventat zeul-solar al tuturor formelor de energie de până atunci, motorul cu aburi, deoarece numai aici a putut găsi standardele de precizie necesare pentru a crea un motor cu aburi perfect etanș.

În 1776, Matthew Boulton era extrem de încântat de noul lui

parteneriat cu James Watt în vederea construirii motorului cu aburi. Când biograful James Boswell l-a vizitat pe Boulton în acel an, acesta i-a spus pe un ton grandilocvent: „Domnule, eu pun aici în vânzare ceea ce lumea tânjește să aibă: putere“. E o propoziție admirabilă. Și, de asemenea, un mare adevăr.

Puterea, sub formă de energie, reprezintă o nouă preocupare, și într-un anume sens o nouă idee, pentru știința epocii. Revoluția industrială, revoluția engleză, s-a dovedit a fi o strălucită descoperitoare de putere. Sursele de energie au fost căutate în natură: vântul, soarele, apa, aburul, cărbunii. Și dintr-odată întrebarea a căpătat o dimensiune concretă: De ce toate acestea reprezintă un singur lucru? Ce relație există între ele? Aceste întrebări nu mai fuseseră puse înainte. Până atunci, știința fusese în întregime preocupată de explorarea naturii așa cum este ea. Dar acum în prim-planul științei s-a instalat conceptul modern de transformare a naturii în scopul obținerii de energie și de transformare a unei forme de energie într-alta. În mod special, a

devenit limpede faptul că însăși căldura reprezintă o formă de energie, și că este transformată în alte forme de energie într-un raport de schimb fix. În 1824, după ce a examinat motoarele cu aburi, Nicolas Sadi Carnot, un inginer francez, a scris un tratat despre ceea ce el numea „la puissance motrice du feu“, prin care, în linii mari, a pus bazele științei termodinamicii: adică a dinamicii căldurii. Energia a devenit un concept de căpătâi al științei, iar preocuparea ei principală era acum ideea de unitate a naturii, în centrul căreia se găsește energia.

Această preocupare nu s-a limitat doar la știință. Suntem cu adevărat surprinși să o găsim și în arte. Ce se întâmpla în literatură, pe fundalul acestor preocupări? Avântul poeziei romantice a început cam de prin anul 1800. Cum anume îi putea interesa industria pe poeții romantici? Foarte simplu: noul concept al naturii drept purtătoare de energie i-a cucerit pur și simplu. Erau îndrăgostiți de cuvântul „furtună“ ca sinonim pentru energie, în expresii precum *Sturm und Drang*, adică *Furtună și avânt*. Punctul culminant al poemului lui

Samuel Taylor Coleridge, *The Rime of the Ancient Mariner* (*Balada bătrânului marinar*) survine odată cu o furtună care întrerupe calmul amorțit și eliberează din nou viața.

Deasupra cerul prinse viață!
Comete-n zbor, scânteietoare,
Veneau, plecau, se petreceau,
Și iar veneau, și iar plecau,
Pe-un cer de stele dansatoare.

La vas vântoasa n-a ajuns,
Dar ne mișcam făr'pic de vânt!
Sub fulger lung și clar de lună
Cei morți au suspinat adânc.[18]

18. Trad. rom. Procopie P. Clonțea, Institutul European, 2005 (n. tr.).

Un tânăr filozof german, Friedrich von Schelling, concomitent cu romanticii, în 1799, a inițiat un nou tip de filozofie, care a rămas influentă în Germania, *Naturphilosophie*: filozofia naturii. Coleridge a împrumutat de la el conceptul și l-a încetățenit în Anglia. Poeții Lacurilor[19] l-au luat de la Coleridge, la fel și membrii familiei Wedgwood, care erau prieteni cu poetul, pe care l-au susținut cu o indemnizație anuală. Poeții și pictorii au fost dintr-odată

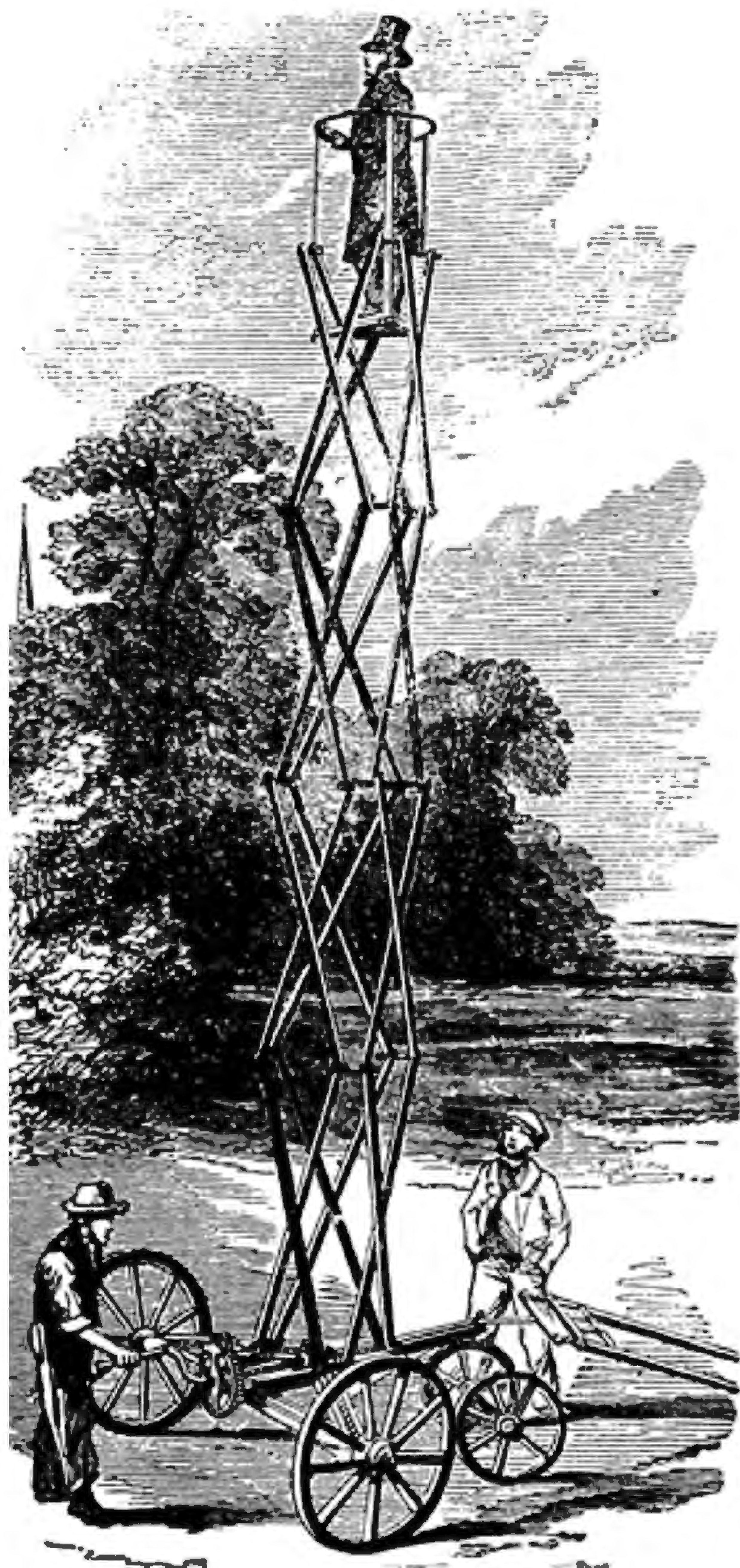
cuceriți de ideea că natura este o sursă de putere, ale cărei diferite forme sunt toate expresii ale aceleiași forțe centrale: energia.

19. Grup de poeți englezi, asimilați mișcării romantice, care au trăit și au creat în Districtul Lacurilor din Anglia, la începutul secolului al XIX-lea. Printre ei se numără William Wordsworth, S.T. Coleridge și Robert Southey (n. tr.).

Și nu s-au limitat doar la natură. Poezia romantică afirmă cât mai limpede cu putință că omul însuși este purtătorul unei energii, dacă nu divine, măcar naturale. Revoluția industrială a dat naștere libertății (în practică) pentru oamenii care doreau să își valorifice potențialul creator – un lucru de neconceput cu numai o sută de ani mai înainte. Mână în mână cu revoluția, gândirea romantică i-a inspirat pe acești oameni să transforme libertatea astfel câștigată într-o nouă relaţie personală cu natura. Conceptul a fost cel mai strălucit exprimat în cuvintele simple ale celui mai însemnat poet romantic: „Energia e încântare eternă“.

Cuvântul-cheie este „încântare“, iar conceptul-cheie este „eliberare“: o înțelegere a distracţiei ca un drept uman. În mod firesc, înainte-mergătorii epocii au exprimat acest impuls prin invenții. Astfel au produs un inepuizabil corn al abundenței în materie de idei excentrice pentru a încânta serile de sâmbătă ale familiei muncitoare. (Până în ziua de azi, majoritatea cererilor care s-au adunat la oficiile pentru patente sunt asemenea inventatorilor înşişi, ușor sărite de pe fix). Am putea pava un bulevard pe la Pământ la Lună cu aceste propuneri trăsnite, și ar fi tot atât de lipsit de sens, dar într-un fel anume tot atât de stimulativ, cu un zbor propriu-zis pe Lună. Să luăm, de exemplu, ideea dispozitivului numit zoetrop, o mașinărie circulară care pune în mișcare o bandă desenată victoriană prin expunerea succesivă a imaginilor dinaintea ochilor. Este aproape la fel de palpitant ca o seară la cinematograf, și intră în subiect mult mai repede. Sau orchestra automată, care prezintă avantajul unui repertoriu foarte redus. În toate aceste invenții pulsează un soi de vigoare casnică, care nu are noțiunea

de bun-gust, fiind toate realizate prin forțele proprii ale inventatorului. Fiecare invenție absurdă de uz casnic, cum ar fi tocătorul mecanic de legume, face pereche cu alta de-a dreptul superbă, cum este telefonul. Și, în cele din urmă, la capătul acestui bulevard al desfătării ar trebui cu siguranță să așezăm mașina care reprezintă esența noțiunii de mecanicitate: mașina care nu face absolut nimic!



25. Inventatorii au produs un inepuizabil corn al abundenței în materie de idei excentrice pentru a încânta serile de

sâmbătă ale familiei muncitoare.
Platformă elevatoare brevetată

Autorii invențiilor trăsnite, precum și cei ai invențiilor epocale sunt făcuţi din acelaşi aluat. Să ne gândim la invenția care încununează strădaniile Revoluției industriale în felul în care canalele navigabile le-au început: căile ferate. Apariția lor a fost posibilă datorită lui Richard Trevithick din Cornwall, un fierar practicant al luptelor libere. El a transformat motorul cu aburi într-o sursă mobilă de putere, făcând din motorul cu braț al lui Watt un motor de înaltă presiune. Această transformare a fost momentul nașterii unei epoci noi, care a deschis arterele vitale de comunicații ale întregii lumi, Anglia devenind inima acesteia.

Ne aflăm încă în plină Revoluție industrială; așa se și cuvine, deoarece mai avem o mulțime de invenții de semnalat. Însă această revoluție a făcut ca lumea înconjurătoare să fie mai bogată, mai mică, și pentru prima oară a noastră. Și dau acestui ultim cuvânt un înțeles literal: lumea

noastră, lumea fiecărei ființe omenești.

Încă de la începuturile sale, când era încă dependentă de forța apei, Revoluția industrială a fost extrem de crudă cu cei ale căror vieți și mijloace de trai le-a dat peste cap. Așa sunt toate revoluțiile – este în firea lor să fie așa, deoarece, prin definiție, revoluțiile evoluează mult prea repede față de cei afectați de ele. Totuși, cu timpul această revoluție a devenit una socială și a stabilit acea formă de egalitate socială, egalitatea în drepturi şi mai presus de toate egalitatea intelectuală de care depindem cu toții. Unde s-ar afla un om ca mine, unde ați fi dumneavoastră, dacă ne-am fi născut înainte de anul 1800? Trăim încă în plină Revoluție industrială și ne vine greu să îi observăm toate implicațiile, dar viitorul va afirma despre aceasta că a reprezentat în ascensiunea omului un pas, un salt, tot atât de însemnat ca Renașterea. Dacă Renașterea a consacrat demnitatea umană, Revoluția industrială a consacrat unitatea naturii.

Acest lucru a fost făcut de către savanți și poeți romantici care au

observat că vântul și marea, curenții, aburul și cărbunii sunt fiecare în parte create de căldura Soarelui, și că însăși căldura este o formă de energie. O sumedenie de oameni s-au gândit la acest lucru, dar el a fost teoretizat fără putință de tăgadă de unul singur: James Prescott Joule din Manchester. S-a născut în anul 1818, și de la vârsta de 20 de ani și-a dedicat viața unei serii de experimente extrem de migăloase menite să afle echivalentul mecanic al căldurii – adică să stabilească rata exactă de transfer prin care energia mecanică este transformată în căldură. Și pentru că o asemenea întreprindere are un aer solemn și plictisitor, vă voi spune o anecdotă despre acest om de știință.

În vara anului 1847, tânărul William Thomson (cel care avea să devină mai târziu faimosul Lord Kelvin, patriarhul științei britanice) făcea o plimbare – unde altundeva se plimbă un gentleman britanic în Alpi? – de la Chamonix spre Mont Blanc. Și în decursul acesteia a întâlnit – pe cine altcineva întâlnește un gentleman britanic în Alpi? – un britanic excentric: James Joule,

cărând după dânsul un termometru enorm și acompaniat la mică distanță de soția sa, într-o trăsură. Toată viața sa, Joule și-a dorit să demonstreze că temperatura apei, atunci când cade de la o înălțime de 250 de metri, crește cu un grad Fahrenheit. Aflat acum în luna de miere, el avea o scuză pentru a vizita stațiunea Chamonix (cam în felul în care cuplurile de americani vizitează cascada Niagara), și putea lăsa natura să efectueze experimentul în locul lui. Cascada de aici este ideală. Deși nu avea înălțimea de 250 de metri, Joule tot avea să obțină o jumătate de grad Fahrenheit. În subsidiar, aș putea spune că experimentul propriu-zis nu i-a reușit; căderea de apă este pe alocuri întreruptă de o ceață fină, ceea ce face imposibilă reușita acestuia.

Istorisirea despre gentlemenii britanici absorbiți de excentricitățile lor științifice își are relevanța ei. Oamenii ca ei sunt cei care au conferit naturii o aură romantică; mișcarea romantică în poezie a apărut odată cu ei. Se poate vedea acest lucru la poeți precum Goethe (care era și om de știință), și la

muzicieni precum Beethoven. Putem vedea mai întâi acest lucru la William Wordsworth: imaginea naturii ca o nouă intensificare a facultăților spiritului, pentru că unitatea naturii este percepută instantaneu de inima și mintea poetului. Wordsworth vizitase Alpii în 1790, când fusese atras pe continent de Revoluția Franceză. Iar în 1798, a scris în *Tintern Abbey* (*Abația Tintern*), în cuvinte de o neegalată inspirație:

Căci atunci natura...
Era în tot și deopotrivă tot – să zugrăvesc nu pot
Ce pe atunci eram. Răsunătoarea cataractă
Mă bântuia precum o patimă.

„Atunci natura era în tot și deopotrivă tot". Joule nu s-a exprimat niciodată la fel de inspirat. Însă a apucat să spună: „Marii agenți ai naturii sunt indestructibili", și s-a referit la același lucru.

Capitolul 9
SCARA CREAȚIEI

Teoria evoluției prin selecție naturală a fost propusă în mod independent în anii 1850 de doi savanți. Unul dintre ei a fost Charles Darwin, celălalt Alfred Russel Wallace. Ambii aveau, firește, o bază științifică în educația primită, dar în adâncul sufletului, amândoi se simțeau mai degrabă naturaliști. Darwin a studiat doi ani medicina la Universitatea Edinburgh, până când tatăl său, un doctor înstărit, i-a sugerat că ar fi mai bine să devină cleric și l-a trimis la Cambridge. Wallace, ai cărui părinți erau săraci, a părăsit școala la vârsta de 14 ani, a urmat cursurile Institutului Muncitorului din Londra și din Leicester, ca ucenic de topograf și profesor suplinitor.

Cert este că există două tradiții explicative care înaintează în paralel în ascensiunea omului. Una este

reprezentată de analiza structurii fizice a lumii. Cealaltă o reprezintă studiul proceselor vieții: fragilitatea și diversitatea lor, ciclurile fluctuante între viață și moarte ale indivizilor și speciilor. Și aceste două tradiții nu s-au întâlnit până la apariția teoriei evoluției; deoarece până atunci a existat un paradox insurmontabil cu privire la viață.



26. Teoria evoluției a fost concepută de două ori de doi savanți care au trăit în aceeași perioadă și au aparținut aceleiași culturi.
Charles Darwin

Paradoxul științelor vieții, care le face net diferite de știința fizicii, se găsește în detaliile naturii percepute

pretutindeni. Vedem aceste detalii în jurul nostru: la păsări, arbori, ierburi, melci, în toate formele de viață. Manifestările vieții, expresiile și formele ei sunt atât de diverse, încât trebuie să conțină o doză semnificativă de hazard. Și totuși natura vieții este atât de uniformă, încât trebuie să fie constrânsă de o sumă de necesități.

Astfel nu ne surprinde că biologia, așa cum o înțelegem astăzi, a debutat ca știință odată cu naturaliștii secolelor al XVIII-lea și al XIX-lea: observatori ai peisajului rural, ornitologi amatori, clerici, doctori, aristocraţi retrași în conace de țară. Sunt tentat să îi numesc pe toți, pur și simplu, „gentlemeni din Anglia victoriană“, deoarece nu poate fi o întâmplare faptul că teoria evoluției a fost concepută de două ori de doi savanți care au trăit în aceeași perioadă și au aparținut aceleiași culturi: cultura Angliei victoriene.

Charles Darwin abia trecuse de vârsta de 20 de ani când Amiralitatea britanică era pregătită să trimită o navă de cercetare numită *Beagle* pentru a cartografia coasta Americii

de Sud, și i s-a oferit un post neremunerat de naturalist. A datorat invitația pe vas profesorului de botanică al cărui prieten devenise la Cambridge, deși Darwin nu fusese pasionat de botanică în anii de școală, ci mai de grabă de colecționarea de gândaci.

> Vă voi face dovada zelului meu: într-o zi, după ce am îndepărtat coaja uscată a unui arbore, am văzut doi gândaci extrem de rari, și am luat câte unul în fiecare mână; apoi am văzut un al treilea, din altă specie, pe care nu mi-aș fi permis să-l ratez, așa că am vârât în gură gândacul pe care îl țineam în mâna dreaptă.

Tatăl lui Darwin s-a împotrivit plecării lui Charles, iar căpitanului corabiei *Beagle* nu îi plăcea forma nasului tânărului naturalist, însă un unchi de-al lui Darwin, din familia Wedgwood, a pus o vorbă bună care i-a înlesnit plecarea în expediție. *Beagle* a ridicat ancora pe 27 decembrie 1831.

Cei cinci ani pe care Darwin i-a petrecut la bordul corabiei l-au schimbat profund. În perioada petrecută la țară fusese un observator

atent și subtil al vieții păsărilor și plantelor; dar acum experiența sud-americană a transformat această îndeletnicire într-o veritabilă pasiune. A revenit în Anglia convins că speciile urmează traiectorii diferite atunci când sunt izolate unele de altele; și că speciile nu sunt imuabile. Însă odată întors acasă, tot nu și-a putut imagina mecanismul care face ca speciile să se îndepărteze unele de altele. Aceste lucruri se petreceau în 1836.

Când doi ani mai târziu Darwin a avut în cele din urmă revelația unei explicații pentru evoluția speciilor, a fost extrem de șovăitor în privința publicării acesteia. Este posibil ca Darwin să fi amânat pentru tot restul vieții publicarea teoriei sale, dacă o altă persoană extrem de diferită nu ar fi urmat exact aceiași pași în materie de experiență și raționament, ajungând în cele din urmă exact la aceeași teorie. Acest savant este personajul uitat și totuși indispensabil în teoria evoluției prin selecție naturală, un fel de persoană din Porlock[20].

20. Conform anecdoticii, persoana din Porlock a fost un vizitator nedorit care l-

a întrerupt pe Coleridge din scrierea poemului *Kubla Khan*, rămas neterminat (n. tr.).

Acest om se numea Alfred Russel Wallace, avea o statură impresionantă și un istoric familial dickensian mai degrabă comic, în comparație cu istoricul solemn al familiei lui Darwin. La vremea aceea, în 1836, Wallace era încă adolescent: se născuse în 1823, și era mai tânăr decât Darwin cu 14 ani. Încă din tinerețe, viața lui nu a fost una ușoară:

> Să fi fost tatăl meu un om cât de cât bogat, [...] întreaga mea viață ar fi avut o altă înfățișare, și chiar dacă, fără îndoială, aș fi acordat o oarecare atenție științei, este extrem de improbabil că aș fi pornit vreodată [...] într-o călătorie prin pădurile aproape necunoscute ale Amazonului, pentru a observa natura și pentru a-mi câștiga traiul prin întocmirea unor colecţii.

Astfel scria Wallace despre tinerețea sa, despre anii când a trebuit să-și găsească o îndeletnicire din care să trăiască în Anglia natală. S-a apucat de topografie, pentru care nu avea nevoie de studii universitare și pe care o putea învăța de la fratele

lui mai mare. Însă acest frate a murit în 1846 din cauza unei răceli căpătate în urma unei călătorii cu trenul într-un vagon deschis de clasa a treia, pe când se întorcea de la o reuniune a Comisiei regale pe tema societăților rivale de căi ferate.

Viața de topograf era, firește, o viață trăită în aer liber și astfel Wallace a devenit interesat de plante și insecte. Pe când se afla cu serviciul în Leicester, a întâlnit o persoană care îi împărtășea interesul de colecționar, și care beneficiase de o educație ceva mai bună. Acest nou prieten l-a uimit pe Wallace când i-a spus că reușise deja să colecționeze câteva sute de specii de gândaci în împrejurimile orașului Leicester și că mai erau și alte specii de descoperit.

> Dacă m-ar fi întrebat cineva până atunci câte soiuri diferite de gândaci pot fi găsiți în împrejurimile unui oraș, aș fi aproximat numărul lor cam la 50. [...] Am aflat acum [...] că erau probabil cam o mie de soiuri diferite pe o rază de numai zece mile.

Această întâlnire a reprezentat o revelație pentru Wallace, și a dat un sens nou atât vieții lui, cât și vieții

prietenului. Acest prieten se numea Henry Bates, autor al unor strălucite studii ulterioare despre mimetismul la insecte.

Între timp, tânărul Wallace trebuia să-și câștige existența muncind. Din fericire, era o perioadă fastă pentru topografi, deoarece aventurierii căilor ferate din anii 1840 aveau nevoie de serviciile sale. Wallace a fost angajat să prospecteze o rută posibilă pentru o linie de cale ferată care să străbată Valea Neath din sudul Țării Galilor. Ca topograf, era un tehnician extrem de conștiincios, așa cum fusese și fratele său, și cum erau toți meseriașii victorieni. Dar, pe bună dreptate, a bănuit că i se rezervase doar rolul de pion în niște jocuri de putere. Majoritatea măsurătorilor topografice erau menite doar să legitimeze anumite pretenții de întâietate în dauna vreunui industriaș lipsit de scrupule. Conform calculelor lui Wallace, s-a construit doar a zecea parte din liniile pentru care s-au efectuat măsurători în acel an.

Peisajul rural galez era o încântare pentru un naturalist de duminică precum Wallace, la fel de satisfăcut de preocupările sale științifice ca un

pictor de duminică de arta sa. Acum Wallace ajunsese să observe și să colecționeze în nume propriu, fiind din ce în ce mai captivat de varietatea naturii înconjurătoare, căreia avea să îi păstreze toată viața o duioasă amintire.

> Chiar și atunci când eram extrem de ocupați, aveam parte de duminici cu desăvârșire libere, și mă foloseam de ele pentru a face lungi plimbări pe munte, purtând cu mine cutia pentru specimene, pe care o aduceam acasă încărcată de comori. [...] În asemenea momente, eram cuprins de bucuria pe care i-o procură iubitorului de natură descoperirea unei noi forme de viață, o bucurie aproape egală cu stările de încântare pe care le-am trăit mai târziu în bazinul Amazonului, de fiecare dată când prindeam o specie nouă de fluture.

Într-un sfârșit de săptămână ca oricare altul, Wallace a descoperit o peșteră unde apele unui râu își urmau cursul în subteran, și s-a hotărât spontan să înnopteze acolo. Era ca și cum, în mod inconștient, s-ar fi pregătit pentru viața în sălbăticie.

> Am vrut măcar o dată să încercăm să dormim afară, fără vreun alt adăpost sau pat în afară de ceea ce poate oferi natura. [...] Cred că ne-am hotărât înadins să nu facem nici un fel de pregătiri, ci să ne instalăm tabăra afară ca și cum am fi ajuns din întâmplare într-un loc dintr-o țară necunoscută, și am fi fost obligați să înnoptăm acolo.

În realitate, Wallace nu a putut pune geană pe geană toată noaptea.

La vârsta de 25 de ani, Wallace s-a decis să își dedice integral timpul profesiunii de naturalist. Era o meserie neobișnuită în epoca victoriană. Însemna că urma să se întrețină colecționând specimene de insecte și plante în țări străine, pe care să le vândă ulterior muzeelor și colecționarilor din Anglia. Iar Bates avea să îl însoțească. Astfel cei doi au pornit la drum în 1848, dispunând împreună de un capital de 100 de lire sterline. Au navigat spre America de Sud, după care au urcat pe cursul Amazonului până în dreptul orașului Manaus, unde fluviul Rio Negro se varsă în Amazon.

Wallace nu călătorise niciodată mai departe de Țara Galilor, dar nu a fost peste măsură de impresionat de peisajul exotic. Încă din momentul sosirii, comentariile sale au fost ferme, degajând siguranță de sine. De exemplu, cinci ani mai târziu își notează gândurile despre subiectul vulturilor, în lucrarea *Povestea călătoriilor pe Amazon și Rio Negro*.

> Vulturii negri din specia comună se găseau din abundență, însă erau puși la grele încercări în aflarea hranei, fiind siliți să ciugulească fructe de palmier din pădure atunci când nu găseau nimic altceva.
>
> În urma observațiilor repetate, sunt convins că vulturii depind în întregime de vedere, și mai deloc de miros, atunci când își caută hrana.

Cei doi prieteni s-au despărțit la Manaus, iar Wallace și-a continuat călătoria în amonte pe Rio Negro. Se afla în căutare de locuri mai puțin explorate de alți naturaliști înaintea lui; dacă avea să-și câștige traiul din colectarea de specimene, era obligat să găsească exemplare din specii necunoscute, sau cel puțin rare. Fluviul era umflat de ploi, astfel încât

Wallace și indienii care îl însoțeau au putut intra cu canoea direct în pădurea tropicală. Ramurile arborilor atârnau până aproape de suprafața apei. Wallace se simțea copleşit de beznă, și totodată nespus de încântat de varietatea biologică a pădurii, ceea ce l-a făcut să speculeze asupra priveliștii oferite de aceasta de la înălțime.

> Ceea ce putem admite pe bună dreptate în privinţa vegetației tropicale este faptul că prezintă un număr mult mai mare de specii și o mult mai mare varietate de forme decât în zonele temperate.
>
> Poate că nici un alt teritoriu din lume nu conține așa o cantitate uriașă de vegetație pe suprafața lui ca valea Amazonului. Întreaga sa întindere, cu excepția unor porțiuni foarte mici, este acoperită de o pădure seculară, deasă și semeață, cea mai întinsă și nepătrunsă dintre câte există pe fața Pământului.
>
> Întreaga splendoare a acestor păduri nu ar putea fi observată decât din zborul lin al unui balon cu aer cald, pe deasupra suprafeței înflorite și unduitoare a vârfurilor: un asemenea privilegiu va fi posibil rezervat călătorilor din viitor.

Wallace s-a simțit deopotrivă emoționat și înspăimântat când a pus pentru prima oară piciorul într-un sat de băștinași; dar, ca întotdeauna în cazul lui, sentimentul de durată a fost cel de încântare.

> Am încercat [...] cea mai neașteptată senzație de surpriză și desfătare când am întâlnit pentru prima dată un om în starea naturală desăvârșită, și am trăit alături de el – înconjurat de sălbatici absolut puri! [...] Cu toții își vedeau de treburi sau de activitățile plăcute, care nu aveau în nici un fel de-a face cu omul alb sau cu felul lui de a fi; aveau pasul liber şi sigur asemenea unor adevăraţi oameni ai pădurii și nici nu s-au uitat la noi, nişte străini ce fac parte dintr-o altă rasă.
>
> Se prezentau până în cel mai mic detaliu drept un neam aparte și răzbătător, aidoma fiarelor pădurii, absolut independenți de civilizație, care își puteau trăi viața și chiar și-o trăiau după obiceiuri proprii, așa cum făcuseră de nenumărate generații, încă înainte de descoperirea Americii.

S-a dovedit că acești indieni nu erau deloc fioroși, ci mai degrabă săritori. Așa că Wallace i-a atras în

activitatea de strângere de specimene.

> În timpul cât am rămas aici (40 de zile), mi-am procurat cel puțin 40 de specii de fluturi, complet noi pentru mine, pe lângă o colecție considerabilă din alte ordine biologice.
>
> Într-o zi mi s-a adus un mic aligator tare ciudat dintr-o specie rară, care prezenta numeroase creste și tubercule, Caiman gibbus, pe care l-am jupuit și l-am împăiat, spre marele amuzament al unui grup de şase indieni care urmăreau concentrați operațiunea.

Mai devreme sau mai târziu, printre plăcerile și ostenelile datorate explorării pădurii, în mintea iscoditoare a lui Wallace și-a făcut loc o întrebare arzătoare. Cum apăruse toată această uimitoare varietate, atât de asemănătoare ca formă și totuși atât de schimbătoare în materie de detalii? La fel ca Darwin, Wallace a fost uimit de diferențele existente între specii înrudite, și tot la fel ca Darwin, a început să se întrebe cum anume au ajuns acestea să se dezvolte în moduri atât de diferite.

> Nu există parte a istoriei naturale mai interesantă sau mai instructivă decât studiul distribuției geografice a animalelor.
>
> Locuri aflate la o distanță de doar 50 sau 100 de mile unul de celălalt au într-o parte specii de insecte și păsări care lipsesc în cealaltă parte. Trebuie să existe o anumită graniță care determină răspândirea fiecărei specii; o anume particularitate care să marcheze linia peste care nici o specie în parte nu trece.

Wallace a fost dintotdeauna atras de problemele de geografie. Mai târziu, când a explorat Arhipelagul Malaez, el a demonstrat că animalele de pe insulele de vest seamănă cu anumite specii din Asia, iar cele de pe insulele din est cu anumite specii din Australia: linia de demarcație dintre aceste specii încă se numește linia Wallace.

De asemenea, Wallace a fost un observator la fel de atent atât în privința oamenilor, cât și în privința naturii, manifestând același interes față de originea diversităţii acestora. Într-o epocă în care victorienii îi numeau pe băștinașii din bazinul Amazonului „sălbatici“, Wallace

manifesta o deosebită înțelegere față de cultura lor. El a înțeles ce însemnătate aveau limba, invențiile și obiceiurile pentru aceștia. Wallace a fost poate primul care a sesizat faptul că distanța culturală dintre civilizația lor și a noastră este mult mai mică decât credem. După ce a formulat principiul selecției naturale, acest fapt a părut nu doar adevărat, ci de-a dreptul evident din punct de vedere biologic.

> Selecția naturală l-ar fi putut înzestra pe omul sălbatic cu un creier doar într-o mică măsură superior celui al maimuței antropoide, în vreme ce el posedă de fapt un creier doar în mică măsură inferior celui al unui filozof. Odată cu apariţia noastră, a prins viață o ființă în care acea forță subtilă pe care o numim „minte“ a căpătat o importanță mult mai mare decât simpla structură fizică.

El a rămas statornic în respectul arătat indienilor, și ne-a lăsat o relatare idilică despre viața acestora, din perioada petrecută în satul Javíta în 1851. Ajuns la această relatare, jurnalul lui Wallace se preschimbă

brusc în poezie – mai bine zis în versuri.

Există un sat de indieni; iar împrejur,
Pădurea întunecoasă, nesfârșită și eternă își răsfiră
Frunzișul variat.

Aici am locuit o vreme, singurul om alb
Printre aproape două sute de suflete.

În fiecare zi, au câte-o treabă. Acum pleacă
Să taie arbori falnici în pădure, sau cu canoea,
Armați cu sulițe, cârlige și săgeți, să prindă pește;

Frunze răsfirate de palmier fac un acoperiș
Impermeabil la furtunile și ploile de iarnă.

Femeile sapă după rădăcinile de manioc,
Cu multă osteneală fac din ele pâine.

Și toate, fie dimineață fie seară, spală la pârâu,

Și ca sirenele se zbenguie în unda sclipitoare.

Copiii mici umblă toți goi
Băieții și bărbații poartă doar din pânză o fâșie.
Cât de plăcut este să vezi băieții goi!
Cu brațe și picioare bine conturate, cu pielea
Lucitoare, netedă, bătând în brun-roșcat,
Grațioși și sănătoși în fiece mișcare,
Aleargă, se întrec, se strigă, sar,
Ori se scufundă și înoată în pârâul iute.

Mi-e milă de băieţii englezi: cu brațe
Și picioare sprintene în haine strâmte;
Dar și mai multă milă îmi e de fetele engleze,
Cu talia, pieptul și sânii strânse
De josnica unealtă de tortură pe care o numim corset!

Indian aș vrea să fiu, să duc un trai tihnit,
La pescuit, după vânat, vâslind în canoe,

Să-mi văd copiii crescând ca cerbii tineri,
Teferi la trup, netulburați la minte,
Bogați fără avere, ferice fără aur!

Cu totul altele au fost sentimentele pe care i le-au stârnit indienii sud-americani lui Charles Darwin. Când Darwin i-a întâlnit pe băștinașii din Țara de Foc a fost de-a dreptul înspăimântat: se observă limpede din propriile sale cuvinte și din desenele apărute în cartea lui, *The Voyage on the* Beagle (*Călătoria pe* Beagle). Fără îndoială că asprimea climei avea o influență asupra obiceiurilor locuitorilor de aici. Însă fotografiile de secol XIX ne arată că locuitorii Țării de Foc nu aveau trăsături atât de animalice pe cât i s-a părut lui Darwin. În călătoria spre casă, Darwin a publicat la Cape Town, împreună cu căpitanul de pe *Beagle*, o broșură pentru a populariza strădaniile misionarilor de a schimba în bine viața sălbaticilor.

Wallace a petrecut patru ani în bazinul amazonian, după care și-a împachetat colecțiile adunate și a pornit spre casă.

> Febra și frigurile m-au încolțit iarăși, și am petrecut câteva zile extrem de supărătoare. Ploua aproape fără încetare; și era un chin să am grijă de numeroasele păsări și animale adunate, din pricina înghesuielii de pe canoe și a imposibilității de a le curăţa așa cum se cuvine pe timp de ploaie. Mureau dintre ele aproape în fiecare zi, și adesea îmi doream să nu le fi luat cu mine deloc, deși, odată încăpute pe mâna mea, m-am hotărât să rămân perseverent în privința lor.
>
> Din cele o sută de animale vii pe care le-am achiziționat sau care mi-au fost dăruite, mai rămăseseră doar treizeci și patru.

Călătoria spre casă a început și ea cu stângul. Wallace părea urmărit de un mare ghinion.

> Pe data de 10 iunie am plecat [din Manaus], călătoria debutând cum nu se poate mai nefericit pentru mine; în timp ce urcam la bord, luându-mi la revedere de la prietenii mei, mi-am pierdut papagalul tucan, care, fără îndoială, a zburat peste bord fără să-l observe cineva şi s-a înecat.

Alegerea corabiei de întoarcere a fost și mai nefericită, deoarece purta o încărcătură de rășini inflamabile.

După numai trei săptămâni, pe 6 august 1852, corabia a luat foc.

> Am coborât în cabină, unde căldura era sufocantă și fumul gros, ca să văd ce merită salvat din ghearele focului. Mi-am luat ceasornicul și o cutie mică de alamă în care aveam câteva cămăși și două-trei caiete vechi, conținând schițe de plante și animale, și m-am năpustit cu ele spre punte. O mulțime de haine și un portofoliu voluminos de desene și schițe au rămas în cușetă; dar nu am îndrăznit să mă mai aventurez sub punte, fiind de fapt cuprins de o stare de apatie față de salvarea bunurilor mele, pe care cu greu mi-o pot explica acum.
>
> Căpitanul ne-a poruncit într-un târziu să ne urcăm în bărcile de salvare, și a fost ultimul care a părăsit vasul.
>
> Cu câtă plăcere privisem fiecare insectă rară și stranie odată ce se adăuga la colecție! De câte ori, aproape doborât de friguri, nu mă strecurasem în pădure pentru a fi răsplătit cu câte-o specie necunoscută și minunată! Câte locuri, în care nu mai călcase picior de european în afară de mine, aveau să-mi revină în minte cu ajutorul păsărilor și

insectelor rare pe care le adăugasem colecției mele!

Iar acum totul era pierdut, și nu-mi mai rămânea nici măcar un specimen cu care să ilustrez teritoriile necunoscute pe care le-am străbătut sau să rememorez scenele din sălbăticie pe care le-am privit! Dar știam că asemenea regrete sunt în van, și am încercat să mă gândesc cât mai puțin la ce ar fi putut să fie și să mă preocup mai degrabă de starea lucrurilor care supraviețuiseră.

Alfred Wallace s-a întors de la tropice, la fel ca Darwin înaintea lui, convins că speciile înrudite provin dintr-un strămoș comun, fără a putea înţelege de ce sunt divergente. Ceea ce nu știa Wallace era faptul că Darwin găsise explicația, după doi ani de la întoarcerea din voiajul său pe *Beagle*. Darwin relatează că în 1838 citea *Eseul asupra principiului populației* scris de pastorul Thomas Malthus („ca divertisment“, precizează Darwin, dând de înțeles că eseul cu pricina nu făcea parte din lecturile sale serioase), și a fost frapat de o opinie exprimată de Malthus. Autorul afirma în eseu că populația se înmulțește mai repede decât

resursele de hrană. Dacă acest lucru este valabil pentru animale, atunci ele trebuie să concureze pentru supraviețuire: astfel încât natura funcționează ca o forță de selecție, eliminându-i pe cei slabi și dând naștere la noi specii din supraviețuitorii care sunt adaptați propriului mediu.

„Şi aşa am obţinut în sfârşit o teorie pe baza căreia să lucrez“[21], a spus Darwin. Și am putea crede că cineva care afirmă așa ceva se apucă imediat de treabă, scrie articole și ține prelegeri. Nicidecum: timp de patru ani Darwin nici măcar nu și-a așternut pe hârtie teoria. Abia în 1842 a scris o ciornă de 35 de pagini, în creion; iar după încă doi ani, a transformat-o într-o lucrare de 130 de pagini, scrise cu cerneală. Schița finală a pus-o la păstrare împreună cu o sumă de bani și cu instrucțiuni pentru soție de a o publica în eventualitatea morții lui.

21. *Autobiografia lui Charles Darwin*, trad. rom. Ioana Miruna Voiculescu, Andrei Bontaş şi Anuţa Bontaş, Editura Humanitas, Bucureşti, 2017, p. 158 (n. red.).

„Tocmai am terminat schița teoriei mele despre specii“, a scris el într-o scrisoare protocolară adresată soției și datată 5 iulie 1844, la Downe, după care continuă:

> Prin urmare, îți scriu ca în eventualitatea morții mele subite să consideri aceasta drept cea mai solemnă și ultimă rugăminte din partea mea, căreia sunt sigur că îi vei acorda aceeași importanță legală ca și cum ar face parte din testamentul meu, anume că vei aloca 400 de lire sterline publicării ei, după care, singură sau prin intermediul lui Hensleigh (Wedgwood), îți vei da osteneala să o promovezi. Doresc ca schița mea să ajungă în mâinile unei persoane competente, care cu ajutorul acestei sume de bani să fie înduplecată să depună eforturi pentru îmbunătățirea și adăugirea ei.
>
> În privința editorilor, domnul (Charles) Lyell ar fi cel mai nimerit dacă ar dori să își asume sarcina publicării; sunt încredințat că ar găsi lucrarea pe placul său, și că ar învăța dintr-însa o seamă de lucruri noi.
>
> Foarte bun ar fi și dr. (Joseph Dalton) Hooker.

Avem sentimentul că Darwin și-ar fi dorit cu adevărat să moară înainte de publicarea teoriei, cu condiția ca după moarte să îi fie recunoscută întâietatea în formularea ei. Ceea ce ne spune ceva despre caracterul ciudat al omului Darwin. Ne spune că avem de a face cu cineva care știa că afirmă niște lucruri profund șocante pentru marele public (cu siguranță, extrem de șocante pentru soția lui), și care era el însuși întru câtva șocat de spusele sale. Ipohondria (da, se alesese cu o infecție la tropice, care putea reprezenta o scuză), sticluțele cu doctorii, atmosfera închisă, oarecum sufocantă, din casa și biroul lui, somnul de după-amiază, amânarea scrierii teoriei și refuzul de a o susține public cu argumente – toate acestea ne vorbesc despre un om care nu voia să dea ochii cu publicul.

Mai tânărul Wallace, desigur, nu era împiedicat de nici una dintre aceste inhibiții. În pofida tuturor adversităților, a pornit plin de îndrăzneală spre Orientul Îndepărtat în 1854, iar în următorii opt ani a cutreierat Arhipelagul Malaez pentru a strânge specimene de plante și

animale indigene pe care să le vândă în Anglia. În această etapă, era deja convins că speciile nu sunt imuabile; în 1855 a publicat eseul *Despre legea care a guvernat apariția noilor specii* (*On the Law which has Regulated the Introduction of New Species*), și de aici înainte, „problema legată de felul în care se produc schimbările la nivelul speciilor nu mi-a mai ieșit din minte“.

În februarie 1858, Wallace se afla imobilizat de boală pe mica insulă vulcanică Ternate din Arhipelagul Molucelor (Insulele Mirodeniilor), între Noua Guinee și Borneo. Suferea de o febră intermitentă, îl lua când cu cald, când cu frig, și gândea frenetic. Aici, chinuit de febră într-o noapte, și-a reamintit aceeași carte a pastorului Malthus, și l-a străfulgerat aceeași revelație explicativă care îl vizitase anterior și pe Darwin.

> Mi-a trecut prin minte să pun următoarea întrebare: De ce unele mor și altele trăiesc? Iar răspunsul era, desigur, că în general exemplarul cel mai bine adaptat supraviețuia. De efectele bolii scăpau cei mai sănătoși indivizi; de prădători, cei mai puternici, mai iuți sau mai vicleni; de foamete, cei mai buni vânători sau cei

cu cea mai bună digestie; și așa mai departe.

Atunci am înțeles pe dată că mereu prezenta variabilitate a tuturor creaturilor vii ar fi cea care furnizează materialul din care, prin înlăturarea indivizilor mai puțin adaptați la condițiile reale, doar cei mai bine adaptați ar duce specia mai departe.

Atunci m-a străfulgerat ideea supraviețuirii celui mai bine adaptat.

Cu cât mă gândeam mai mult la ea, cu atât eram mai încredințat că găsisem în sfârșit legea naturală îndelung căutată care rezolva problema originii speciilor.[...] Am așteptat cu nerăbdare să mă slăbească puseul febril ca să pot să îmi scriu notițele pentru o lucrare pe această temă. În aceeași seară am reușit să îmi duc eforturile la bun sfârșit, iar în următoarele seri am copiat grijuliu materialul, pentru a i-l putea trimite lui Darwin cu următorul curier poștal, care avea să plece peste o zi-două.

Wallace știa că Charles Darwin era interesat de subiect, și i-a sugerat lui Darwin să îi arate materialul lui Lyell dacă găsește că are noimă.

Darwin a primit lucrarea lui Wallace în biroul lui din Downe House patru luni mai târziu, pe 18

iunie 1858. S-a simțit într-un impas teribil, neștiind ce să facă mai departe. Timp de 20 de ani, în tăcere și plin de grijă, pusese în ordine dovezile care să-i susțină teoria, iar acum, de nicăieri, îi poposise pe birou o lucrare despre care a scris, laconic, în aceeași zi,

Nu am văzut niciodată o coincidență mai izbitoare; să fi avut Wallace manuscrisul schiței mele redactate în 1842 și tot nu ar fi putut scrie un rezumat mai reușit al acesteia!

Dar prietenii au soluționat îndată dilema lui Darwin. Lyell și Hooker, care erau în parte familiarizați cu cercetările lui, au aranjat lucrurile astfel încât lucrarea lui Wallace și una scrisă de Darwin să fie citite amândouă în absența autorilor la următoarea reuniune a Societății Linneene din Londra de peste o lună.

Lucrările nu au făcut senzație. Dar acum mâna lui Darwin fusese forțată. Wallace a fost, după cum l-a descris chiar Darwin, „generos și nobil“. Și astfel, Darwin a așternut pe hârtie *Originea speciilor* și a publicat-o la sfârșitul lui 1859, volumul provocând

instantaneu senzație și fiind un succes de casă absolut.

Teoria evoluției prin selecție naturală a fost cu siguranță cea mai semnificativă inovație științifică individuală a secolului al XIX-lea. Când furtuna de reacţii nesăbuite şi glume răutăcioase s-a risipit, lumea vie era de-acum diferită deoarece fusese înțeles faptul esențial că este o lume în mișcare. Spre deosebire de procesele fizice, creația nu este statică, ci se modifică cu timpul într-un fel necunoscut proceselor fizice. Acum 10 milioane de ani, lumea fizică era la fel cum este și astăzi, iar legile ei erau aceleași. Dar lumea vie nu este aceeași; de pildă, acum 10 milioane de ani nu existau oameni care să discute despre ea. Spre deosebire de fizică, fiecare generalizare în biologie este un segment al timpului; iar adevăratul creator de originalitate și noutate din univers este chiar evoluția.

Dacă așa stau lucrurile, atunci fiecare dintre noi își poate urmări alcătuirea vie prin procesul de evoluție care merge în trecut până la începuturile vieții. Desigur, Darwin și Wallace au examinat

comportamentul, au examinat resturi osoase așa cum sunt ele astăzi, și fosile așa cum au fost demult, pentru a identifica puncte pe traseul evolutiv pe care l-am urmat noi, oamenii. Însă comportamentul, oasele, fosilele, sunt deja sisteme complexe ale vieții, asamblate din unități mai simple și care trebuie să aibă o vechime mai mare. Care ar putea fi unitățile cele mai simple? Putem presupune că ele sunt moleculele chimice care caracterizează viața.

Astfel, atunci când căutăm în trecut originea comună a vieții, astăzi examinăm mai în profunzime chimia pe care o împărtășim cu toții. Sângele care îmi curge prin deget în această clipă a suferit câteva milioane de schimbări față de moleculele primordiale care erau capabile să se reproducă singure acum trei miliarde de ani. Aceasta este evoluția în accepțiunea ei contemporană. Procesul prin care au avut loc toate aceste transformări depinde în parte de ereditate (pe care nici Darwin, nici Wallace nu au înțeles-o cu adevărat), și mai apoi de structura chimică (care ţinea mai degrabă de expertiza savanților francezi decât a

naturaliștilor britanici). Explicațiile derivă din mai multe domenii, dar toate au în comun un lucru. Ele înfățișează speciile despărțindu-se una de alta, în etape succesive – fapt presupus de acceptarea teoriei evoluției. Iar din momentul acceptării acesteia nu a mai fost cu putință să credem că viața ar putea fi recreată în vreun alt moment.

Când teoria evoluției a sugerat că unele specii de animale au apărut mai recent decât altele, criticii au răspuns cel mai frecvent cu citate din Biblie. Totuși, majoritatea oamenilor erau încredințați că, de fapt, creația nu se sfârșește odată cu Biblia. Se credea că lumina Soarelui dă naștere crocodililor din mâlul Nilului. Se presupunea că șoarecii cresc din ei înșiși printre mormane de rufe vechi și murdare; și era limpede că muștele provin din carnea alterată. Viermii se nășteau cu siguranță în măr – cum altfel ar fi ajuns acolo? Se presupunea că toate aceste creaturi prind viață în mod spontan, fără aportul părinților.

Poveștile despre creaturi care prind viață spontan sunt extrem de vechi și sunt încă crezute, deși Louis

Pasteur le-a demontat magistral în anii 1860. Multe dintre cercetările sale le-a efectuat în adolescență, acasă, în Arbois, în Munții Jura francezi, unde îi plăcea să se reîntoarcă an de an. Mai devreme făcuse cercetări în domeniul fermentației, în special în ceea ce privește fermentația laptelui (cuvântul „pasteurizare“ ne amintește de acest lucru). Însă pe când se afla în plină putere creatoare, în 1863 (împlinise 40 de ani), împăratul Franței i-a cerut să verifice ce se întâmplă cu fermentația vinului, și Pasteur a rezolvat problema în decursul a doi ani. Ce ironie să ne amintim că acești ani au fost printre cei mai buni ani oenologici; până în ziua de azi, 1864 a rămas în memorie drept cel mai impresionant an.

„Vinul este o mare de organisme“, a spus Pasteur. „Cu ajutorul unora trăiește, prin altele se strică.“ Găsim două lucruri frapante în această idee. Mai întâi, Pasteur a descoperit organisme care trăiesc fără oxigen. În epocă, existența lor era o pacoste pentru viticultori; dar de atunci, ea s-a transformat într-un element crucial în înțelegerea începuturilor vieții,

deoarece în negura vremurilor Pământul era lipsit de oxigen. În al doilea rând, Pasteur a dezvoltat o tehnică remarcabilă prin care putea să observe urme de viață în lichid. În jurul vârstei de 20 de ani, își câștigase reputația științifică arătând că există molecule care au o formă caracteristică. Iar mai apoi a demonstrat că acest lucru reprezintă amprenta doveditoare a trecerii lor prin procesul vieții. Această descoperire s-a dovedit a fi atât de profundă, și este încă atât de uimitoare, încât este nimerit să o privim din perspectiva laboratorului lui Pasteur și a propriilor sale cuvinte:

> Cum ne explicăm fermentarea vinului; sau drojdia lăsată să crească; sau acrirea laptelui închegat; sau frunzele și plantele moarte îngropate în sol care se transformă în humus? Trebuie să fac de fapt mărturisirea că cercetările mele sunt de mult dominate de ideea că structura substanțelor din punctul de vedere al caracterului lor de stânga sau de dreapta (dacă toate celelalte sunt egale) joacă un rol însemnat în cadrul legilor de organizare a ființelor vii, și

pătrunde în cele mai obscure unghere ale fiziologiei lor.

De dreapta, de stânga: acesta era indiciul profund după care s-a ghidat Pasteur în studiul vieții. Lumea este plină de lucruri a căror versiune de dreapta este diferită de corespondenta lor de stânga: un tirbușon cu spirala spre dreapta față de unul cu spirala spre stânga, un melc cu cochilia pe dreapta față de unul cu cochilia pe stânga. Mai presus de toate, cele două poziții, dreapta și stânga, pot fi oglindite una într-alta, dar nu pot fi întoarse în așa fel încât dreapta și stânga să devină interșanjabile. Se știa încă din vremea lui Pasteur că acest lucru este valabil și în cazul anumitor cristale, ale căror fațete sunt astfel aranjate încât există versiuni de dreapta și versiuni de stânga.

Pasteur a confecționat modele din lemn ale acestor cristale (era extrem de îndemânatic, și un excelent desenator), dar mai important de atât, a creat modele intelectuale. În prima lui lucrare de cercetare s-a referit la probabilitatea existenței moleculelor de dreapta și de stânga; iar ceea ce este valabil în cazul cristalului

trebuie să reflecte o proprietate a moleculei înseși. Iar această proprietate trebuie să fie înfățișată de comportamentul moleculelor într-o situație nesimetrică oarecare. De exemplu, dacă le punem într-o soluție și îndreptăm spre ele un fascicul de lumină polarizată (adică nesimetrică), moleculele de un tip direcțional (să spunem, prin convenție, moleculele pe care Pasteur le-a numit de dreapta) trebuie să rotească planul de polarizare a luminii către stânga. O soluție de cristale de aceeași formă se va comporta nesimetric față de fasciculul nesimetric de lumină produs într-un polarimetru. Pe măsură ce discul de polarizare se rotește, soluția se va închide la culoare, apoi se va deschide, în mod alternativ.

Remarcabil este însă faptul că o soluție chimică formată din celule vii se comportă exact la fel. Încă nu știm de ce viața prezintă această curioasă proprietate chimică. Dar această proprietate demonstrează că viața are un caracter chimic special, care s-a menținut pe întreaga durată a evoluției. Pasteur a fost cel care a legat pentru prima dată toate formele

de viață de un singur tip de structură chimică. Din acest raționament impresionant rezultă că vom putea găsi o legătură între evoluție și chimie.





27. De dreapta, de stânga: acesta era indiciul profund după care s-a ghidat Pasteur în studiul vieții.
Modele de lemn confecționate de Pasteur

pentru cristalele de tartrat de dreapta și de stânga

Astăzi, teoria evoluției nu mai este un câmp de luptă. Acest lucru se întâmplă pentru că dovezile în favoarea ei sunt mult mai bogate și mai variate astăzi decât în timpul lui Darwin și Wallace. Cea mai interesantă și cea mai modernă dovadă provine din chiar alcătuirea chimică a corpului uman. Să luăm un exemplu practic: pot să îmi mișc mâna deoarece mușchii conțin o rezervă de oxigen, care a fost depozitată local cu ajutorul unei proteine numite mioglobină. Această proteină este compusă din peste 150 de aminoacizi. Numărul de aminoacizi este identic în cazul meu și al celorlalte ființe vii care folosesc mioglobina. Dar aminoacizii înșiși sunt ușor diferiți. Între mine și un cimpanzeu există o singură diferență la nivel de aminoacizi; între mine și o maimuță galago (una dintre primatele inferioare) există mai multe diferențe la nivel de aminoacizi; în sfârșit, între mine și o oaie sau un șoarece, numărul de asemenea diferențe crește. Acest

număr de diferențe la nivel de aminoacizi este modul de măsurare a distanței evolutive între mine și celelalte mamifere.

Este aşadar limpede că trebuie să căutăm progresul evolutiv al vieții într-o concentrare de molecule chimice. Iar această concentrare trebuie să înceapă cu materialele care se aflau în fierbere pe Pământ la nașterea acestuia. Pentru a avea o discuţie echilibrată despre începuturile vieții, trebuie să fim cât se poate de realiști. Trebuie să ne punem o întrebare istorică. În urmă cu 4 miliarde de ani, când Pământul era foarte tânăr, cum arăta suprafața lui, cum era atmosfera terestră?

Ei bine, nu putem da decât un răspuns aproximativ. Atmosfera era eliminată din interiorul Pământului, și făcea ca totul să semene cu împrejurimile unui vulcan: un cazan încins de aburi, azot, metan, amoniac și alte gaze reducătoare, plus o anumită cantitate de dioxid de carbon. Un singur gaz lipsea: nu exista oxigen în stare liberă. Fapt crucial, deoarece oxigenul este produs de plante și nu exista în stare liberă înainte de apariția vieții.

Aceste gaze și produșii lor, slab dizolvați în oceane, au format o atmosferă reducătoare. Cum aveau să reacționeze apoi sub acțiunea fulgerului, a descărcărilor electrice și în special sub acțiunea razelor ultraviolete – care este extrem de importantă în fiecare teorie despre apariția vieții, deoarece ele pot penetra atmosfera în absența oxigenului? Răspunsul la această întrebare a fost dat printr-un experiment splendid efectuat în America de Stanley Miller, prin anul 1950. El a izolat atmosfera într-o retortă – metanul, amoniacul, apa și așa mai departe – preț de câteva zile, menținând aceste elemente la punctul de fierbere și eliberând mici descărcări electrice în interiorul retortei pentru a simula fulgerul și alte forțe violente. Și, în mod vizibil, amestecul s-a înnegrit. De ce? Pentru că, prin verificare, s-a observat că înăuntru se formaseră aminoacizi. Acesta este un pas esențial înainte, deoarece aminoacizii sunt elementele fundamentale ale vieţii. Din ei iau naștere proteinele, iar proteinele sunt constituenții tuturor ființelor vii.

Până acum câțiva ani, obișnuiam să credem că viața a trebuit să ia naștere în aceste condiții înăbușitoare, încărcate de electricitate. Mai apoi câtorva savanți le-a trecut prin minte că există încă un ansamblu de condiții extreme care ar putea fi la fel de determinante: şi anume prezența gheții. Este o teorie ciudată; însă gheața posedă două proprietăți care o fac foarte atractivă pentru formarea de molecule simple, elementare. Mai întâi, procesul de înghețare concentrează materialul, care la începuturile vieții trebuie să se fi găsit în formă foarte diluată în oceane. Și în al doilea rând, este posibil ca structura cristalină a gheții să permită moleculelor să se aranjeze într-un mod care este cu siguranță important în fiecare etapă a dezvoltării vieții.

Oricum, Leslie Orgel a efectuat o serie de experimente elegante, dintre care îl voi descrie pe cel mai simplu. El a ales câțiva dintre constituenții de bază care trebuie să se fi aflat în atmosfera iniţială a Pământului: unul dintre ei este acidul cianhidric, iar celălalt amoniacul. El a combinat aceste două substanțe într-o soluție

diluată în apă, iar apoi a pus la înghețat respectiva soluție preț de câteva zile. Prin acest proces, materialul concentrat este forțat să iasă la suprafața blocului sub forma unui mic aisberg, iar acolo, prezența unei urme de culoare dezvăluie faptul că moleculele organice s-au format deja. Câțiva aminoacizi, fără îndoială; dar, lucru mult mai important, Orgel a realizat că a creat unul dintre cei patru constituenți fundamentali ai alfabetului genetic care guvernează toate procesele vieții. Orgel a produs adenină, una dintre cele patru baze din componența ADN-ului. Este posibil așadar ca alfabetul vieții din ADN să fi luat naștere în astfel de condiții, nu în condiții tropicale.

Problema originii vieții este centrată nu pe moleculele complexe, ci pe moleculele cele mai simple, care au capacitatea de a se reproduce. Viața însăși este caracterizată de aceste molecule; iar problema originii vieții se leagă așadar de întrebarea dacă este posibil ca moleculele elementare identificate de generația prezentă de biologi să se fi format în

urma unor procese naturale. Știm cu siguranță ce anume căutăm la începuturile vieții: molecule simple, elementare, de tipul așa-numitelor baze (adenina, timina, guanina și citozina) care compun spiralele de ADN ce se reproduc în timpul diviziunii oricărei celule. Traseul ulterior în urma căruia organismele au devenit din ce în ce mai complexe este în aceste condiții o problemă diferită, de natură statistică: mai precis, evoluția complexității prin procese statistice.

Este firesc să ne întrebăm dacă moleculele care se autoreproduc s-au format de mai multe ori, și în mai multe locuri. Nu există alt răspuns la această întrebare în afară de deducții, care trebuie să se bazeze pe interpretarea dovezilor furnizate de ființele vii de astăzi. Viața astăzi este controlată de un număr extrem de mic de molecule – mai exact, de cele patru baze ale ADN-ului. Ele transmit mesajul eredității în fiecare creatură pe care o cunoaștem, de la bacterie la elefant, de la virus la trandafir. O concluzie pe care o putem trage din uniformitatea alfabetului vieții este că aceste molecule sunt unicele

aranjamente atomice care vor executa secvența de autoreproducere.

Totuși, nu sunt mulți biologi care cred acest lucru. Majoritatea sunt de părere că natura poate inventa alte aranjamente autoreproductive; cu siguranță, posibilitățile trebuie să fie mult mai numeroase decât cele patru pe care le cunoaștem. Dacă așa stau lucrurile, înseamnă că motivul pentru care viața așa cum o știm este controlată de chiar aceste patru baze este acela că, *din întâmplare*, viața a început cu ele. Mergând mai departe cu interpretarea, aceste baze sunt dovada că viața a început o singură dată. După aceea, de câte ori apărea un nou aranjament molecular, el pur și simplu nu s-a putut lega de formele de viață care existau deja. Cu siguranță, nimeni nu crede astăzi că viața de pe Pământ încă se creează din nimic.

Biologia a avut norocul să descopere în decursul a doar o sută de ani două idei revoluționare și extrem de influente. Una a fost teoria evoluției prin selecție naturală, formulată independent de Darwin și Wallace. Cealaltă a fost descoperirea

de către contemporanii noștri a modului de a exprima ciclurile vieții sub o formă chimică ce le pune în relație cu natura ca întreg.

Oare substanţele chimice care au contribuit la apariţia vieţii au existat doar pe Pământ? Așa am crezut până de curând. Dar indiciile de dată recentă spun altceva. În ultimii ani, au fost descoperite în spațiul interstelar urme spectrale de molecule despre care nici nu ne-am închipuit că ar putea să se formeze în zone atât de glaciale: acid cianhidric, cianoacetilenă, formaldehidă. Acestea sunt molecule despre care am presupus dintotdeauna că nu există în altă parte decât pe Pământ. Se prea poate să descoperim că viața a început în moduri variate și că posedă mai multe forme diferite. De asemenea, nu rezultă de nicăieri că drumul evolutiv pe care viața (în cazul în care o descoperim) l-a urmat în altă parte în univers trebuie să semene cu al nostru. Și nici că, dacă vom descoperi vreodată viaţă, o să o recunoaștem ca atare – sau că ea ne va recunoaște pe noi.

Capitolul 10
O LUME ÎNĂUNTRUL ALTEI LUMI

În natură există patru tipuri elementare de cristale și o multitudine de culori. Formele i-au fascinat dintotdeauna pe oameni, ca figuri în spațiu și ca descrieri ale materiei; grecii credeau că elementele acestora au forma unor corpuri geometrice regulate. În termeni moderni, este adevărat că, în natură, cristalele spun ceva despre atomii care le alcătuiesc: ele ajută la gruparea atomilor în familii. Aceasta este lumea fizicii în secolul nostru, iar cristalele reprezintă prima poartă de acces în această lume.

Dintre toate varietățile de cristale, cel mai modest este simplul cub incolor de sare obișnuită; și totuși el este cu siguranță unul dintre cele mai importante. Sarea se extrage din marea salină de la Wieliczka de lângă

străvechea capitală poloneză Cracovia de aproape 1.000 de ani, unde s-au păstrat galerii boltite cu lemn și mașinării trase de cai din secolul al XVII-lea. Este posibil ca alchimistul Paracelsus să fi ajuns până aici în călătoriile lui în Răsărit. El a schimbat cursul alchimiei după anul 1500, insistând asupra recunoașterii sării ca unul dintre elementele care alcătuiesc omul și natura. Sarea este esențială vieții și a avut dintotdeauna o calitate simbolică în toate culturile. La fel ca soldații romani, încă numim „salariu“ suma de bani pe care o plătim unei persoane pentru munca prestată, deși cuvântul înseamnă, literal, „plată în sare“. În Orientul Mijlociu, învoiala negustorească încă se pecetluiește cu sare, prin ceea ce în Vechiul Testament se numește „legământ de sare pe vecie“.

Paracelsus s-a înșelat totuși într-o privință: sarea nu este un element în înțelesul modern. Sarea este un compus din două elemente: sodiu și clor. Este în sine remarcabil că un metal alb și efervescent precum sodiul, și un gaz gălbui și otrăvitor precum clorul au sfârșit prin a da

naștere unei structuri stabile: sarea comună. Dar și mai remarcabil este faptul că sodiul și clorul aparțin unor familii chimice. Există o gradație ordonată a proprietăților similare la nivelul fiecărei familii: sodiul aparține familiei de metale alcaline, iar clorul celei a halogenilor activi. Cristalele rămân neschimbate, rectangulare și transparente, pe măsură ce trecem de la un membru al familiei la altul. De pildă, sodiul poate cu siguranță fi înlocuit de potasiu, rezultând clorura de potasiu. În mod similar, în cealaltă familie, clorul poate fi înlocuit de elementul cel mai înrudit cu el, bromul, rezultând bromură de sodiu. Și putem, de asemenea, să efectuăm o dublă schimbare: în fluorura de litiu, sodiul a fost înlocuit de litiu, iar clorul de fluor. Și totuși toate cristalele acestor elemente și compuși sunt imperceptibile cu ochiul liber.

Ce anume face să existe aceste asemănări între elemente? În anii 1860, toți savanții se chinuiau să găsească răspunsul la această întrebare, iar câțiva dintre ei au dat răspunsuri oarecum similare. Cel care a oferit cea mai elegantă soluție a fost

un tânăr rus, Dmitri Ivanovici Mendeleev, care a vizitat mina de sare de la Wieliczka în 1859. Avea doar 25 de ani la acea dată, și era un tânăr sărac, modest, sârguincios și extrem de inteligent. Cel mai tânăr membru al unei familii cu nu mai puțin de 14 copii, a fost preferatul mamei sale rămasă văduvă, care i-a călăuzit pașii pe calea științei cu o nemăsurată ambiție.



28. Mendeleev nu se distingea doar prin geniul său, ci și printr-o adevărată pasiune pentru elementele chimice.
Dmitri Ivanovici Mendeleev

Mendeleev nu se distingea doar prin geniul său, ci și printr-o adevărată pasiune pentru elementele chimice. Acestea au devenit prietenii

lui personali; a ajuns să cunoască fiecare capriciu și detaliu al comportamentului lor. Elementele erau, desigur, deosebite între ele cu ajutorul unei singure proprietăți, pe care o sugerase anterior John Dalton în 1805: fiecare element are o greutate atomică proprie. Cum se poate ca proprietățile care le fac asemănătoare sau diferite să rezulte din această singură constantă dată, din acest unic parametru? Aceasta era problema la ordinea zilei în chimie, iar Mendeleev făcea cercetări în vederea găsirii unui răspuns. El a însemnat numele elementelor pe cartonaşe, și obișnuia să le amestece într-un joc pe care prietenii săi l-au numit *Răbdarea*.

Mendeleev și-a notat pe cartonaşe atomii cu greutățile atomice corespunzătoare, și obișnuia să le aranjeze în coloane verticale, în ordinea greutății. Cu cel mai ușor dintre ele, hidrogenul, nu a știut ce anume să facă și, în mod înțelept, l-a lăsat în afara schemei sale. Următorul ca greutate atomică este heliul, dar Mendeleev nu știa acest lucru, deoarece heliul încă nu fusese

descoperit – avea să rămână un rătăcitor stingher până la descoperirea mult mai târzie a elementelor înrudite cu el.

Mendeleev și-a început așadar prima coloană cu elementul litiu, unul dintre metalele alcaline. Astfel, coloana conține litiul (cel mai ușor element cunoscut de el după hidrogen), apoi beriliu, apoi bor, apoi elementele familiare: carbon, azot, oxigen, și apoi, cel de-al șaptelea în coloană, fluorul. Următorul element în ordinea greutății atomice este sodiul, și pentru că acesta prezintă o similaritate de familie cu litiul, Mendeleev a hotărât că este momentul să înceapă o nouă coloană, paralelă cu prima. A doua coloană continuă cu o secvență formată din elemente familiare: magneziu, aluminiu, siliciu, fosfor, sulf și clor. Și, desigur, ele alcătuiesc o coloană completă de șapte, astfel încât ultimul element, clorul, se găsește pe același rând orizontal cu fluorul.

În mod evident, însăși succesiunea de greutăți atomice este un fapt sistematic, nu unul accidental. El devine limpede de îndată ce începem a treia coloană. Următoarele

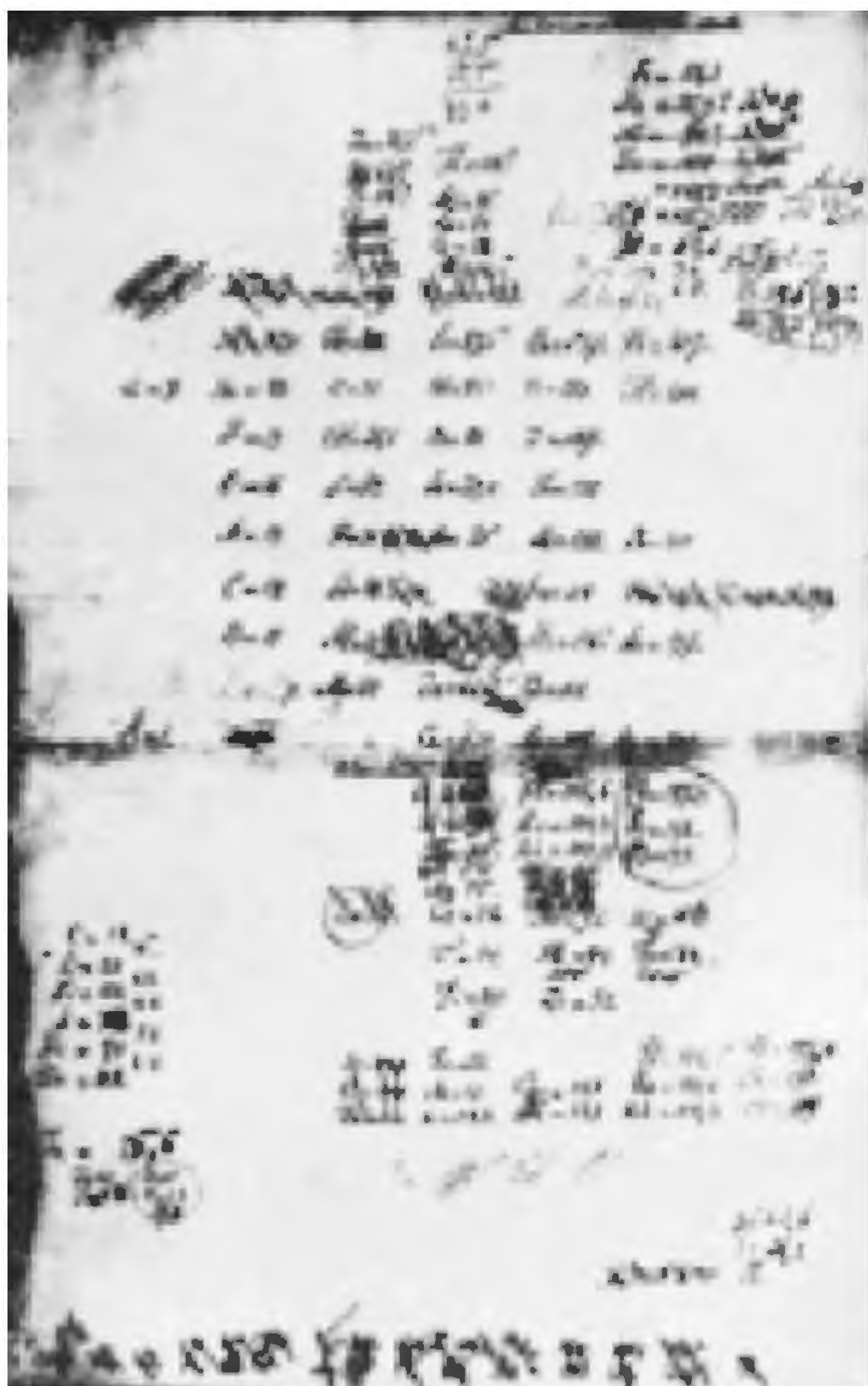
elemente, în ordinea greutății atomice, de după clor, sunt potasiul și calciul. Astfel, până acum, primul rând conține litiul, sodiul și potasiul, care sunt toate metale alcaline; tot până acum, cel de-al doilea rând conține beriliul, magneziul și calciul, care sunt metale ce prezintă o serie diferită de similarități de familie. Faptul cert este că rândurile orizontale din acest aranjament au noimă, deoarece ele ordonează familiile de elemente. Mendeleev a descoperit o cheie matematică în rândul elementelor, sau cel puțin dovada existenței unei asemenea chei. Dacă aranjăm elementele în ordinea greutății atomice, avem șapte poziții pentru a construi o coloană verticală, și putem reîncepe o nouă coloană, după care obținem un aranjament pe familii de elemente, vizibil pe rândurile orizontale.

Până aici, putem urmări schema lui Mendeleev fără nici un impediment, exact așa cum a prezentat-o în 1871, la doi ani după prima schiță. Până la începutul celei de-a treia coloane totul este ordonat, după care, inevitabil, apare prima problemă.

De ce inevitabil? Deoarece, după cum se poate vedea în cazul heliului, Mendeleev nu avea la dispoziție toate elementele. Dintr-un total de 92, erau cunoscute doar 63; mai devreme sau mai târziu, avea să se confrunte cu spații lipsă în schema sa. Și primul spațiu liber a apărut acolo unde m-am oprit cu descrierea, la poziția a treia din a treia coloană.

29. *Jocul Răbdării al lui Mendeleev. Cartonaşele sunt aranjate* în *ordinea greutății atomice: elementele se grupează în familii.*

Afirm aici că Mendeleev s-a confruntat cu o lacună, dar această formă abreviată a cuvintelor camuflează faptul cel mai impresionant din raționamentul marelui chimist. La poziția a treia din a treia coloană, Mendeleev s-a confruntat cu o dificultate, și a rezolvat-o prin *interpretarea* ei ca o lacună. El a făcut această alegere deoarece următorul element cunoscut, anume titanul, nu posedă proprietățile care să îl plaseze acolo, în același rând orizontal sau familie cu borul și aluminiul. Astfel, chimistul și-a spus: „Aici lipsește un element, iar când va fi descoperit, greutatea lui atomică îl va așeza înaintea titanului. Deschiderea acestei lacune va așeza elementele ulterioare ale coloanei pe rândurile orizontale potrivite; titanul corespunde cu carbonul și siliciul“ – și chiar așa se și întâmplă în schema de bază.



30. Succesiunea de greutăți atomice este un fapt sistematic, nu unul accidental. *Schiță timpurie a Tabelului periodic al elementelor, din 1869*

Ideea de lacune sau de elemente lipsă a reprezentat o veritabilă inspirație științifică. Ea a exprimat în termeni practici ceea ce Francis Bacon a propus în termeni generali

acum câteva secole, şi anume că aspecte noi ale unei legi naturale pot fi ghicite sau deduse în mod anticipat din aspecte mai vechi. Iar presupunerile lui Mendeleev au demonstrat că, în mâinile unui om de ştiinţă, inducția este un proces mult mai subtil decât au presupus Bacon și alți filozofi. În știință, nu înaintăm pur și simplu într-o progresie liniară de la faptele cunoscute către cele necunoscute. Munca noastră seamănă mai degrabă cu rezolvarea unui careu de cuvinte încrucișate, urmărind două progresii separate în căutarea punctelor în care se intersectează: în aceste puncte se ascund probabil fapte necunoscute. Mendeleev a urmărit progresia greutăților atomice pe coloane, iar asemănările de familie pe rânduri, pentru a scoate în evidență elementele lipsă de la intersecția lor. Procedând astfel, el a efectuat predicții practice iar a limpezit modul (încă insuficient înțeles) în care oamenii de ştiinţă operează în procesul de inducție.

Ei bine, punctele de interes maxim sunt lacunele din a treia și a patra coloană. Nu voi continua cu reconstituirea tabelului – vreau

numai să menționez că atunci când numărăm lacunele și coborâm către baza coloanei, aceasta se încheie așa cum se cuvine, cu bromul din familia halogenelor. Erau mai multe spații goale, iar Mendeleev a evidențiat trei dintre ele. Pe primul deja l-am menționat, la intersecția coloanei a treia cu rândul al treilea. Celelalte două se găsesc în coloana a patra, pe rândurile trei și patru. În privința lor, Mendeleev a profețit că, atunci când vor fi descoperite, se va vedea că ele au nu doar greutăți atomice care se încadrează în progresia verticală, ci și proprietăți care corespund familiilor de pe al treilea și al patrulea rând orizontal.

De pildă, cea mai celebră prognoză a lui Mendeleev, și ultima confirmată, a fost a treia – elementul numit de el ekasiliciu. El a anticipat cu mare exactitate proprietățile acestui element straniu și important, cu aproape 20 de ani înainte de descoperirea lui în Germania, fiind numit *germaniu*, și nu după numele lui Mendeleev. Pornind de la principiul că ekasiliciul „va avea proprietăți intermediare între siliciu și cositor“, chimistul a prezis că

acesta va fi de 5,5 ori mai greu decât apa; și a avut dreptate. A mai prezis că oxidul acestui element va fi de 4,7 ori mai greu decât apa; și a avut din nou dreptate. Și așa mai departe în privința proprietăților chimice și a altor proprietăți.

Aceste preziceri l-au făcut celebru pe Mendeleev pretutindeni, mai puțin în Rusia; chimistul nu putea fi profet în țara lui deoarece țarului îi displăceau simpatiile politice liberale ale savantului. Descoperirea ulterioară, în Anglia, a unui întreg rând de noi elemente, începând cu heliu, neon și argon, i-a desăvârșit triumful. N-a fost ales membru al Academiei Ruse de Științe, dar în restul lumii numele lui era de-a dreptul magic.

Era deja clar că modelul de bază al atomilor este unul numeric. Și totuși povestea nu se poate încheia aici; cu siguranță ne lipsesc o serie de elemente. Pur și simplu nu are sens să credem că toate proprietățile unui element sunt conținute într-un singur număr, greutatea atomică: ce anume ascunde această mărime? Greutatea unui atom ar putea da măsura complexității sale. Dacă așa stau

lucrurile, atunci el trebuie să aibă o structură internă ascunsă, un mod în care atomul este constituit din punct de vedere fizic, și care generează proprietățile acestuia. Dar desigur, o asemenea idee era de neconceput atâta vreme cât se credea că atomul este indivizibil.

De aceea punctul de cotitură l-a reprezentat anul 1897, când J.J. Thomson de la Cambridge a descoperit electronul. Da, atomul avea părți constitutive; nu era indivizibil, așa cum sugerase numele său grecesc. Electronul reprezintă o parte nesemnificativă din masa sau greutatea atomului, dar este o parte reală și poartă o singură sarcină electrică. Fiecare element este caracterizat de numărul de electroni din atomii săi. Iar numărul acestora este perfect egal cu numărul poziției din tabelul lui Mendeleev pe care o ocupă un element oarecare atunci când pe locurile unu și doi sunt plasate elementele hidrogen și heliu. Locul din tabel ocupat de un element constituie numărul său atomic, iar acum acest lucru ajunge să reprezinte o realitate fizică la nivelul atomului său, adică numărul de electroni din

acesta. Accentul s-a deplasat dinspre greutatea atomică spre numărul atomic, adică, în mod esențial, spre structura atomică.

Aceasta este revoluționara descoperire intelectuală cu care începe fizica modernă. Aici începe o epocă glorioasă. Fizica devine în această perioadă cea mai mare operă științifică colectivă – ba nu, chiar mai mult de atât: marea operă de artă colectivă a secolului XX.

O numesc „operă de artă“, deoarece noțiunea existenței unei structuri fundamentale, a unei lumi înăuntrul lumii unui atom, a înflăcărat pe dată imaginația artiștilor. Arta de după anul 1900 este diferită de arta de dinainte, după cum se poate observa în lucrările pictorilor originali ai vremii: Umberto Boccioni, de pildă, în *Forțele străzii* sau *Dinamism de ciclist*. Arta modernă începe odată cu fizica modernă, pentru că are la bază aceleași idei.

Încă din vremea *Opticii* newtoniene, pictorii au fost fermecați de suprafața colorată a lucrurilor. Secolul XX a schimbat această

preferință. La fel ca fotografiile cu raze X ale lui Röntgen, arta căuta să surprindă oasele de sub piele, acea structură profundă cu care începe să se construiască din interior silueta completă a unui obiect sau a unui corp. Un pictor precum Juan Gris este absorbit de analiza structurii, fie că își oprește privirea asupra formelor din natură în *Natură moartă*, sau asupra formei umane în *Pierrot*.

Pictorii cubiști, de exemplu, sunt în mod evident inspirați de familiile de cristale. Ei întrevăd printre cristale silueta unui sat pe o coamă de deal, ca în tabloul *Case la L'Estaque* de Georges Braque, sau un grup de femei, așa cum le-a pictat Picasso în *Domnișoarele din Avignon*. În celebrul debut al lui Picasso în pictura cubistă – *Portretul lui Daniel-Henry Kohnweiler* – în redarea unui singur chip, interesul artistului nu mai vizează pielea și trăsăturile modelului, urmărind în schimb geometria implicită. Capul a fost desfăcut în forme matematice și apoi refăcut, ca o reconstrucție, ca o reconstituire, dinspre interior spre exterior.

Această nouă căutare a structurii ascunse este uluitoare în cazul pictorilor Europei nordice: Franz Marc, de exemplu, și modul lui de a privi peisajul natural în *Căprioare în pădure*; sau cubistul Jean Metzinger (un pictor favorit al oamenilor de ştiinţă), al cărui tablou, *Femeie călare*, a fost deținut de Niels Bohr, care colecționa tablouri la reședința lui din Copenhaga.

Există două diferențe clare între o operă de artă și o lucrare științifică. Mai întâi, în opera de artă, pictorul desface în mod vizibil lumea în bucăți, pentru a o recompune mai apoi pe aceeași pânză. Și în al doilea rând, îl poți urmări cum gândește în timp ce lucrează. (Avem exemplul lui Georges Seurat, punând puncte colorate de diferite culori laolaltă, pentru a obține efectul total din tablourile *Tânără pudrându-se* și *Le Bec*.) În aceste două privințe, lucrarea științifică este adesea deficitară. Adeseori, ea este doar un demers analitic; și aproape întotdeauna ascunde procesul de gândire asociat ei îndărătul unui limbaj impersonal.

Am ales să vorbesc despre unul dintre întemeietorii fizicii secolului XX, Niels Bohr, deoarece a fost un artist desăvârșit în ambele privințe menționate mai sus. Nu venea niciodată cu răspunsuri de-a gata. Obișnuia să își înceapă prelegerile spunându-le studenților, „Fiecare propoziție pe care o rostesc ar trebui privită de voi nu ca o afirmaţie, ci ca o întrebare“. Întrebările puse de Bohr aveau ca obiect structura lumii. Iar oamenii cu care a lucrat, atât în tinerețe, cât și la bătrânețe (era încă ager la minte după vârsta de 70 de ani), au fost oameni care desfăceau lumea în bucăți, raționau profund în privința ei, pentru ca mai apoi să o recompună.

La vârsta de 20 de ani, a început prin a lucra cu J.J. Thomson și cu fostul său student, Ernest Rutherford, care în jurul anului 1910 era cel mai remarcabil fizician experimental din lume. (Thomson și Rutherford au ajuns amândoi oameni de știință datorită interesului arătat de mamele lor rămase văduve, la fel ca în cazul anterior al lui Mendeleev.) La vremea aceea, Rutherford era profesor la Universitatea Manchester. Iar în anul

1911 a propus un nou model atomic. El afirmase că o mare parte din atom este ocupată de un nucleu greu, sau miez, aflat în centrul atomului, iar electronii se învârt în jurul acestuia pe orbite circulare, la fel cum planetele se învârt în jurul Soarelui. Conceptul era genial – și ascundea și o fină ironie a istoriei în faptul că în 300 de ani imaginea scandaloasă a lui Copernic, Galilei și Newton devenise modelul cel mai firesc cu putință pentru fiecare savant. După cum se întâmplă adesea în știință, teoria incredibilă a unei epoci devenise imaginea cotidianului pentru succesorii acesteia.

Totuși, modelul lui Rutherford avea o problemă. Dacă atomul este într-adevăr o mică mașinărie, cum poate explica structura sa faptul că nu se oprește – că este o mică mașinărie în perpetuă mișcare, de fapt singurul perpetuum mobile pe care îl cunoaștem? Planetele în rotația lor pe orbită pierd continuu energie, astfel încât, an de an, orbitele lor devin mai mici – o micșorare aproape imperceptibilă, dar în timp ele vor fi iremediabil atrase spre Soare. Dacă electronii sunt aidoma planetelor,

atunci și ei vor fi iremediabil atrași de nucleu. Trebuie să existe un factor care îi face să nu piardă din energie. Acest scenariu a necesitat un principiu nou în fizică, pentru a limita la valori fixe energia pe care o poate ceda un electron. Doar așa se putea stabili un reper, o unitate de măsură sigură care să mențină electronii pe orbite de mărimi fixe.

Niels Bohr a descoperit unitatea de măsură pe care o căuta într-o lucrare publicată de Max Planck în Germania, în 1900. Cu doisprezece ani mai înainte, Planck demonstrase că într-o lume în care materia se prezintă sub formă de bucăți, tot așa trebuie să se producă și energia, pe bucăți, numite cuante. Privită retrospectiv, descoperirea lui Planck nu are nimic ciudat în ea. Dar Planck a știut cât de revoluționară era ideea lui încă din ziua când i-a venit, deoarece în aceeași zi și-a luat fiul într-una dintre acele lungi plimbări profesorale pe care savanții le fac după prânz peste tot în lume, și i s-a confesat: „Astăzi mi-a trecut prin minte o idee la fel de măreață și de revoluționară precum cele gândite de Newton“. Și a avut dreptate.

Acum, dintr-un anume punct de vedere, sarcina lui Bohr era mai ușoară. Într-o mână ținea atomul lui Rutherford, iar în cealaltă cuanta lui Planck. Ce este așadar atât de minunat în privința unui tânăr de 27 de ani, care în 1913 a combinat cele două concepte și a obținut imaginea modernă a atomului? Nimic altceva decât splendidul, vizibilul proces de gândire: nimic altceva decât efortul de sinteză. Și ideea de a căuta sprijin pentru conceptul său în singurul loc în care acesta putea fi găsit: în amprenta atomului, adică în spectrul prin care comportamentul atomului devine vizibil pentru noi, care îl privim din afară.

Aceasta a fost minunata idee a lui Bohr. Interiorul atomului este invizibil, dar există o fereastră către el, un veritabil vitraliu: spectrul atomului. Fiecare element are propriul său spectru, care nu este continuu precum cel pe care Newton l-a obținut din lumina albă, ci prezintă o serie de linii strălucitoare care caracterizează respectivul element. De exemplu, hidrogenul are trei linii oarecum intens colorate în spectrul său vizibil: o linie roșie, una

albastru-verzuie și una albastră. Bohr le-a explicat pe fiecare în parte drept eliberări de energie produse în momentul când singurul electron al atomului de hidrogen se deplasează de pe una dintre orbitele exterioare pe una dintre orbitele interioare.

Atât timp cât electronul dintr-un atom de hidrogen rămâne pe o singură orbită, el nu emite energie. De câte ori face un salt de pe o orbită exterioară pe una interioară, diferența de energie dintre cele două este emisă sub forma unei cuante de lumină. Aceste emisii simultane provenite de la miliarde de atomi sunt de fapt liniile caracteristice spectrului hidrogenului. Linia roșie apare când electronul sare de pe a treia orbită pe a doua; linia albastru-verzuie apare când electronul sare de pe a patra orbită pe a doua.

Lucrarea lui Bohr, *On the Constitution of Atoms and Molecules* (*Despre constituția atomilor și moleculelor)* a devenit aproape imediat una clasică în fizică. Structura atomului era acum tot atât de matematică precum universul lui Newton. Dar ea conținea principiul adițional al cuantei. Niels Bohr a

construit o lume înăuntrul atomului trecând peste limitele impuse de legile fizicii timp de 200 de ani după Newton. S-a întors triumfător la Copenhaga. Danemarca însemna din nou acasă pentru el, un loc nou pentru cercetările sale. În 1920, autoritățile au construit pentru el Institutul Niels Bohr din Copenhaga. Aici veneau să discute probleme de fizică cuantică tineri din Europa, America și Orientul Îndepărtat. Werner Heisenberg venea frecvent din Germania, și aici a primit imboldul de a-și concepe unele dintre cele mai importante idei: Bohr nu era omul care să-i permită cuiva să se oprească la o idee formulată numai pe jumătate.

Este interesant să urmărim pașii urmați de Bohr în confirmarea modelului său atomic, deoarece, într-o anumită măsură, ei recapitulează ciclul de viață al fiecărei teorii științifice. Mai întâi vine lucrarea scrisă. În ea, rezultatele cunoscute sunt întrebuințate pentru a susține modelul. Adică, se arată că spectrul hidrogenului în special prezintă linii, cunoscute de câtva timp, ale căror

poziții corespund cu tranzițiile cuantice ale electronului de la o orbită la alta.

Următorul pas implică extinderea acestui gen de confirmare la un nou fenomen: în acest caz, liniile din spectrul de energie mai înaltă al razelor X, care nu este vizibil cu ochiul liber, dar care se formează în același mod prin salturile electronului. Experimente de tipul acesta aveau loc în laboratorul lui Rutherford în 1913, iar rezultatele obținute de pe urma lor au confirmat exact previziunile lui Bohr. Fizicianul care a efectuat experimentele era Harry Moseley, în vârstă de 27 de ani, care nu a putut să își continue strălucitele cercetări pentru că și-a pierdut viața în atacul britanic lipsit de sorți de izbândă asupra peninsulei Gallipoli în 1915 – o campanie care a costat, în mod indirect, și viețile altor tineri extrem de promițători, printre ei numărându-se și poetul Rupert Brooke. Cercetările lui Moseley, la fel ca și cele ale lui Mendeleev, au sugerat existența unor elemente lipsă, iar unul dintre ele a fost descoperit în laboratorul lui Bohr și numit *hafniu*, după numele latin al orașului

Copenhaga. Bohr a anunțat întâmplător descoperirea în discursul de acceptare a Premiului Nobel pentru Fizică din 1922. Tema respectivului discurs este memorabilă, pentru că Bohr a descris în detaliu ceea ce a rezumat aproape poetic în alt discurs, despre felul în care conceptul de cuantă

> a condus treptat la o clasificare sistematică a tipurilor de legături staționare ale oricărui electron dintr-un atom, oferind o explicație completă a relațiilor remarcabile dintre proprietățile fizice și cele chimice ale elementelor, așa cum sunt exprimate în faimosul tabel periodic al lui Mendeleev. O asemenea interpretare a proprietăților materiei a părut ca o realizare, depășind chiar visurile pitagoreicilor, a idealului antic de a reduce formularea legilor naturii la considerații alcătuite din numere abstracte.

Și chiar în acest moment, când totul pare să evolueze în direcția potrivită, începem să realizăm dintr-odată că teoria lui Bohr, aşa cum se întâmplă cu orice teorie mai devreme sau mai târziu, își atinge propriile limite de acțiune. Începe să capete

mici slăbiciuni ciudate, ca un soi de durere reumatică. Iar apoi avem revelația hotărâtoare a faptului că nu am elucidat absolut deloc problema reală a structurii atomice. Am spart doar coaja. Dar sub această coajă, atomul este un ou cu gălbenuș în mijloc, nucleul; și încă nici nu am început să înțelegem nucleul.

Niels Bohr a fost o persoană care gusta contemplația și relaxarea. Când a câștigat Premiul Nobel, a cheltuit banii cumpărându-și o casă la țară. Gustul său pentru arte includea și poezia. I-a spus lui Heisenberg: „Când vine vorba de atomi, limba poate fi folosită doar ca în poezie. Poetul nu este preocupat de descrierea faptelor în măsura în care este preocupat de crearea de imagini“. Acest gând este unul neașteptat: când vine vorba de atomi, limba nu descrie fapte, ci creează imagini. Dar așa stau lucrurile cu adevărat. Ce se află dedesubtul lumii vizibile este întotdeauna imaginar, în sens literal: un joc de imagini. Nu există alt mod de a vorbi despre invizibil – fie că e vorba de natură, de artă sau de știință.

Când trecem dincolo de pragul atomului, ne aflăm într-o lume în care simțurile noastre nu mai pot percepe. Aici se află o nouă arhitectură, un mod de organizare a lucrurilor pe care nu îl putem cunoaște: încercăm doar să îl descriem prin analogie, printr-un nou act al imaginației. Imaginile arhitecturale provin din lumea concretă a simțurilor noastre, deoarece aceasta este singura lume pe care o descriu cuvintele. Dar toate modurile noastre de a înfățișa invizibilul sunt metafore, analogii pe care le smulgem lumii mai largi percepute de ochi, de urechi, de atingere.

De îndată ce am descoperit că atomii nu sunt cărămizile ultime din care este construită materia, nu putem decât să elaborăm modele ale felurilor în care aceste cărămizi se unesc și acționează împreună. Modelele sunt menite a arăta, prin analogie, felul în care este construită materia. Astfel, pentru a testa aceste modele, trebuie să desfacem materia în bucăți, așa cum tăietorul de diamante caută să simtă structura cristalului.

Ascensiunea omului este o sinteză din ce în ce mai bogată, dar fiecare pas al ei reprezintă un efort de analiză: de analiză mai profundă, o lume înăuntrul altei lumi. Când s-a descoperit că atomul este divizibil, a părut posibilă existența unui centru al său indivizibil, nucleul. Iar apoi, prin 1930, s-a dovedit că acest model necesită o nouă ameliorare. Nucleul din centrul atomului nu este nici el fragmentul suprem al realității.

La crepuscul, în cea de-a șasea zi a Creației, ne spun comentatorii evrei ai Vechiului Testament, Dumnezeu a făurit pentru om un număr de unelte care îi oferă acestuia și darul creației. Dacă acești comentatori ar trăi în zilele noastre, ei ar scrie: „Dumnezeu a făcut neutronul“. Chiar aici, la Oak Ridge, în Tennessee, se găseşte strălucirea albastră lăsată în urmă de neutroni: degetul lui Dumnezeu atingându-l pe Adam în pictura lui Michelangelo, nu cu suflare de viață, ci cu putere.

Dar să nu anticipăm. Dați-mi voie să încep povestea cam prin anul 1930. În acel moment, nucleul atomului încă părea la fel de invulnerabil

precum păruse și atomul cândva. Problema era că acesta nu putea fi descompus în părți electrice: calculele numerice pur și simplu nu dădeau rezultate. Nucleul are o sarcină pozitivă (pentru a echilibra electronii din atom) egală cu numărul atomic. Dar masa nucleului nu este un multiplu constant al sarcinii: ea variază de la valori egale cu sarcina (în cazul hidrogenului) la valori cu până de două ori mai mari decât sarcina în cazul elementelor grele. Acest fapt rămânea inexplicabil câtă vreme toată lumea era convinsă că întreaga materie este probabil alcătuită pornind de la electricitate.

Cel care a contrazis această idee adânc înrădăcinată a fost James Chadwick, care a arătat în 1932 că nucleul este alcătuit din două tipuri de particule: nu doar protonul cu sarcină electrică pozitivă, ci și o particulă neelectrică, neutronul. Aceste două particule sunt aproape egale ca masă, adică (aproximativ) egale cu greutatea atomică a hidrogenului. Doar nucleul hidrogenului, cel mai simplu dintre toate, nu conține deloc neutroni, fiind alcătuit dintr-un singur proton.

Neutronul era așadar un nou fel de sondă, o flacără alchimică, deoarece, neavând sarcină electrică, putea fi propulsat în interiorul nucleelor atomice fără a suferi anomalii electrice care să le modifice. Alchimistul modern, savantul care s-a folosit cel mai mult de acest nou instrument, a fost Enrico Fermi, în Roma.

Enrico Fermi a fost o ființă ciudată. Nu l-am cunoscut decât mult mai târziu, pentru că în 1934 Roma se afla în mâinile lui Mussolini, Berlinul în mâinile lui Hitler, iar oameni de felul meu nu puteau călători în aceste orașe. Dar când l-am întâlnit mai târziu la New York, am fost de-a dreptul impresionat să descopăr în el cea mai inteligentă persoană pe care am văzut-o vreodată – ei bine, poate cea mai inteligentă persoană cu o singură excepţie. Era îndesat, scund, puternic, ager la minte, cu alură sportivă, și avea întotdeauna limpede în minte direcția în care mergea de parcă ar fi putut pătrunde cu privirea până în miezul lucrurilor.

Fermi a început să bombardeze cu neutroni fiecare element pe rând, iar povestea străveche a transmutației a

devenit realitate în mâinile sale. Neutronii folosiți de el pot fi văzuți ieșind din reactor deoarece este vorba de un tip de reactor numit în glumă „piscină“, ceea ce înseamnă că neutronii sunt încetiniți de apă. Ar trebui să îi dau numele corect: este vorba de un reactor izotopic de mare flux, de felul celui construit la Oak Ridge, Tennessee.

Transmutația a fost, desigur, un vis vechi de secole. Dar pentru oameni de felul meu, cu o aplecare naturală spre teoretizări, lucrul cel mai fascinant în privința anilor 1930 a fost începutul descoperirii evoluţiei naturii. Și trebuie să explic această propoziţie. Am început această poveste amintind de ziua Creaţiei, și o voi mai face o dată. De unde să încep? Cu mult timp în urmă, prin anul 1650, arhiepiscopul James Ussher de Armagh a susținut că universul a fost creat în anul 4004 î.Hr. Înarmat cu dogmă și ignoranță, nu a acceptat sub nici o formă ca opinia sa să sufere vreo revizuire. El sau vreun alt prelat știau precis anul, data, ziua din săptămână și ora, pe care eu, din fericire, le-am uitat. Dar enigma

vârstei Pământului a rămas, menținându-și statutul de paradox chiar și după anul 1900; deoarece, deși era acum limpede că vârsta Pământului este de milioane şi milioane de ani, oamenii nu și-au putut închipui de unde provine energia care permite Soarelui și corpurilor cerești să se mențină în mișcare un timp atât de îndelungat. Mai apoi, desigur, au apărut ecuațiile lui Einstein, care au arătat că prin pierderea de materie se produce energie. Dar în ce fel s-a rearanjat materia?

Ei bine: aici se află cu adevărat cheia problemei energiei, și poarta către înțelegerea fenomenelor pe care a deschis-o descoperirea lui Chadwick. În 1939, Hans Bethe, cercetător la Universitatea Cornell, a explicat pentru prima dată, în termeni foarte preciși, transformarea solară a hidrogenului în heliu ca o pierdere de masă care revarsă către noi prețiosul dar al energiei. Vorbesc despre aceste chestiuni cu un soi de pasiune, deoarece ele au pentru mine calitatea de experiențe trăite, nu de amintiri. Explicația lui Hans Bethe este tot atât de vie în mintea mea ca

ziua nunții mele, urmată de etapele reprezentate de nașterea copiilor mei. Deoarece în anii care i-au urmat (analiza definitivă fiind formulată, după părerea mea, în 1957) a ieșit la iveală faptul că la nivelul tuturor stelelor au loc procese prin care se construiesc, atom cu atom, structuri din ce în ce mai complexe. Materia însăși evoluează. Cuvântul „evoluție“ vine de la Darwin și din biologie, dar tocmai acest cuvânt a schimbat fizica în timpul vieții mele.

Primul pas în evoluția elementelor are loc în interiorul stelelor tinere, de felul Soarelui. Este pasul de la hidrogen la heliu, și necesită căldura uriașă din interior; ce putem observa la suprafața Soarelui sunt doar furtunile produse de această transformare. (Heliul a fost identificat pentru prima dată printr-o linie de spectru în timpul eclipsei solare din 1868; de aceea i s-a spus heliu[22], pentru că nu era cunoscut pe Pământ la acea dată.) Din când în când, o pereche de nuclee de hidrogen greu se ciocnesc și fuzionează pentru a da naștere unui nucleu de heliu.

22. De la cuvântul grecesc *helios* (soare) (n. tr.).

În timp, Soarele va ajunge să fie alcătuit în cea mai mare parte din heliu. Iar apoi va deveni o stea și mai fierbinte, înăuntrul căreia nucleele de heliu se vor ciocni pentru a da naștere, la rândul lor, unor atomi mai grei. Carbonul, de pildă, se formează într-o stea de fiecare dată când trei nuclee de heliu se ciocnesc într-un punct anume în mai puțin de o milionime dintr-o milionime de secundă. Fiecare atom de carbon din fiecare ființă vie este rodul unei asemenea coliziuni din cale-afară de improbabile. Pe lângă carbon, se mai formează oxigen, siliciu, sulf și elemente mai grele. Cele mai stabile elemente se găsesc în mijlocul tabelului lui Mendeleev, aproximativ între fier și argint. Însă procesul de construire a elementelor depăşeşte cu mult toate aceste lucruri.

Dacă elementele sunt construite unul după altul, de ce natura se oprește la un moment dat? De ce avem doar 92 de elemente, dintre care ultimul este uraniul? Pentru a răspunde la această întrebare, trebuie, firește, să construim elemente dincolo de uraniu, și să confirmăm faptul că pe măsură ce

elementele sunt mai mari, ele sunt de asemenea mai complexe și tind să se desfacă în bucăți. Totuși, când facem un asemenea lucru, construim nu doar elemente noi, ci și materiale cu potențial exploziv. Elementul plutoniu, creat de Fermi în primul reactor cu grafit din istorie (în acele zile de demult obișnuiam să îl numim colocvial „pilă“), a fost elementul creat de om care a demonstrat lumii întregi acest potențial. În parte, plutoniul este un monument închinat geniului lui Fermi; dar eu cred despre el că este mai degrabă un omagiu adus zeului Pluton al lumii subpământene, care și-a împrumutat numele elementului, deoarece patruzeci de mii de oameni au murit la Nagasaki în urma exploziei bombei cu plutoniu aruncate aici în 1945. Acesta reprezintă un alt monument din istoria omenirii ce comemorează laolaltă o personalitate uriașă și un mare număr de morți.



31. Primul reactor cu grafit din istorie. *Pilă atomică grafit-uraniu experimentală proiectată de grupul condus de Enrico Fermi, care a funcționat pentru prima dată la 2 decembrie 1942, pe terenul de squash de la West Stands, Stagg Field, Universitatea din Chicago.*

Trebuie să fac o scurtă întoarcere la mina de sare de la Wieliczka, deoarece avem de explicat aici o contradicție istorică. Elementele sunt construite în mod constant în interiorul stelelor, și totuși mult timp am crezut că universul se epuizează. De ce? Sau cum anume? Ideea că universul se epuizează provine dintr-o observație simplă referitoare la mașinării. Fiecare mașinărie consumă mai multă energie decât

produce. O parte se pierde prin frecare, o alta este irosită prin uzură. Iar în unele mașinării mai sofisticate decât cabestanele de lemn de la Wieliczka, se pierde energie în alte moduri necesare: de exemplu, într-un amortizor sau un radiator. Funcționarea acestora reprezintă forme de degradare a energiei. Există un bazin de energie inaccesibilă în care o parte din energia pe care o depozităm aici se consumă, și pe care nu o putem recupera.

În 1850, Rudolf Clausius a transformat raționamentul de mai sus într-un principiu elementar. El a afirmat că există energie care este disponibilă, și totodată și un rest de energie care este inaccesibilă. El a numit energia inaccesibilă entropie, și a formulat celebra Lege a II-a a termodinamicii: entropia este mereu în creștere. În univers, căldura se scurge într-un soi de loc de egalizare, de unde nu mai este accesibilă.

Această idee era una foarte reușită acum o sută de ani, deoarece despre căldură încă se putea crede că este un fluid. Însă căldura nu este cu nimic mai materială decât focul, sau chiar decât viața. Căldura este o mișcare

dezordonată a atomilor. Austriacul Ludwig Boltzmann a pus la lucru această idee în mod strălucit, pentru a oferi o nouă interpretare a ceea ce se întâmplă într-o mașinărie, într-un motor cu aburi sau în univers.

Când energia este degradată, a susținut Boltzmann, atomii sunt cei care își asumă o stare mai dezordonată. Iar entropia este o unitate de măsură a dezordinii: acesta este conceptul profund rezultat din noua interpretare dată de austriac. În mod ciudat, se poate efectua o măsurătoare a dezordinii; ea este probabilitatea unei stări particulare, definită aici ca numărul de moduri în care aceasta poate fi asamblată pornind de la atomii săi. Boltzmann a exprimat acest lucru într-o formulă precisă,

$$S = K \log W;$$

unde *S*, entropia, urmează să fie reprezentată drept proporțională cu logaritm de *W*, probabilitatea stării date (unde *K* este constanta de proporționalitate, numită astăzi constanta lui Boltzmann).

Desigur, stările dezordonate sunt mult mai probabile decât cele

ordonate, de vreme ce aproape fiecare ansamblu aleatoriu de atomi va fi dezordonat; astfel, în general, orice aranjament ordonat se va epuiza la un moment dat. Dar „în general“ nu înseamnă „întotdeauna“. Nu este adevărat că stările ordonate se epuizează *în mod constant* ajungând la dezordine. Este vorba de o lege statistică, ceea ce înseamnă că ordinea va *tinde* să dispară. Iar statisticile nu folosesc cuvântul „întotdeauna“. Statistica permite ordinii să se construiască pe niște insule oarecare din univers (aici pe Pământ, în tine, în mine, în stele, în tot soiul de locuri), în timp ce dezordinea pune stăpânire pe alte locuri.

Conceptul lui Boltzmann este unul foarte reușit. Dar mai rămâne de pus o întrebare. Dacă probabilitatea este cea care ne-a adus în această situație, nu cumva această probabilitate este atât de scăzută, încât nu avem nici un drept să ne aflăm aici?

Cei care își pun această întrebare văd întotdeauna lucrurile în felul următor. Gândiți-vă la toți atomii care alcătuiesc corpul meu în acest

moment. Ar fi din cale-afară de improbabil ca ei să se fi adunat în acest loc și în acest moment pentru a mă forma pe mine. Într-adevăr, dacă așa s-ar întâmpla, nu ar fi doar improbabil – eu însumi aș fi de domeniul imposibilului.

Dar, desigur, natura nu funcționează astfel. Natura lucrează pas cu pas. Atomii formează molecule, moleculele formează baze, bazele controlează formarea aminoacizilor, aminoacizii formează proteine, iar proteinele acționează la nivelul celulelor. Celulele alcătuiesc mai întâi cele mai simple forme de viață, apoi trec la animale mai complicate, avansând pas cu pas. Unitățile stabile care compun un nivel sau strat reprezintă materia primă pentru interacțiunile în urma cărora se produc configurații mai avansate, dintre care unele se va întâmpla să fie stabile. Atât timp cât rămâne un potențial de stabilitate care nu se materializează, întâmplarea nu are altă modalitate de manifestare. Evoluția presupune urcușul pas cu pas al unei scări, de la simplu la complex, unde fiecare pas este stabil în sine.

De vreme ce acest subiect mă preocupă foarte mult, i-am găsit și un nume: îi voi spune *stabilitate stratificată*. Prin aceasta, viața a avansat constant și cu pași mici pe o scară de complexitate crescândă – ceea ce reprezintă atât progresul, cât şi problema evoluției. Iar acum știm că acest lucru nu este valabil doar în privința vieții, ci și a materiei. Dacă stelele ar trebui să construiască un element greu precum fierul, sau unul super-greu precum uraniul, prin concentrarea instantanee a tuturor părților, le-ar fi practic cu neputință să o facă. Lucrurile nu stau așa. O stea transformă hidrogenul în heliu; apoi, într-o etapă diferită, heliul generează carbon, apoi oxigen și, în cele din urmă, elemente grele; avansând pas cu pas pe scara necesară creării tuturor celor 92 de elemente din natură.

Nu putem reproduce în întregime procesele care au loc la nivel stelar, deoarece nu putem dispune de temperaturile uriașe care sunt necesare creării celor mai multe elemente. Însă omul a început să pună piciorul pe scară: pentru a

reproduce primul pas, de la hidrogen la heliu. Într-o altă incintă din complexul de la Oak Ridge se încearcă fuziunea hidrogenului.

Desigur, este dificil de recreat temperatura din interiorul Soarelui – peste 10 milioane de grade Celsius. Și este încă și mai dificil de confecționat un recipient care să supraviețuiască la această temperatură și să o rețină fie și pentru o fracțiune de secundă. Nici un material nu rezistă la așa ceva; recipientul pentru un gaz într-o stare atât de violentă nu poate avea decât forma unei capcane magnetice. Avem aici de-a face cu un nou gen de fizică, anume fizica plasmei. Emoția, da, emoția pe care ne-o procură, și importanța ei rezidă în faptul că această fizică este o fizică a naturii. De data aceasta, rearanjările efectuate de om nu au un curs contrar direcției naturii, ci reproduc întocmai pașii urmați de natură în cazul Soarelui și al altor stele.

Voi închide acest eseu invocând contrastul dintre nemurire și moarte. Fizica secolului XX este o operă nemuritoare. Eforturile colective ale imaginației omenești nu au reușit să

producă monumente care să se măsoare cu ea, fie că vorbim de piramide, de *Iliada*, de balade epice sau de catedrale. Savanții care au creat, unul după altul, aceste concepte sunt eroii deschizători de drumuri ai epocii noastre. Mendeleev și cartonaşele sale cu elementele chimice; J.J. Thomson, care a demontat credința grecilor în indivizibilitatea atomului; Rutherford, care a transformat atomul într-un sistem planetar; și Niels Bohr, care a făcut funcțional acest model atomic. Chadwick, care a descoperit neutronul, și Fermi, care a folosit neutronul pentru a pătrunde în nucleu și a-l transforma. Iar în fruntea tuturor stau iconoclaștii, primii întemeietori ai noilor concepte: Max Planck, care a conferit energiei un caracter atomic asemănător materiei; și Ludwig Boltzmann, căruia îi datorăm, mai mult decât oricărui alt savant, faptul că atomul – o lume înăuntrul altei lumi – este tot atât de real pentru noi astăzi ca lumea înconjurătoare.

Cine ar putea crede astăzi că în jurul anului 1900 existau polemici pe viață și pe moarte, am putea zice, cu

privire la caracterul real al atomilor. Marele filozof Ernst Mach din Viena a spus că atomii nu sunt reali. Nu! – a fost și răspunsul marelui chimist Wilhelm Ostwald. Și totuși un singur savant, în prag de secol XX, s-a pronunțat în favoarea realității atomilor fundamentându-și alegerea pe baze teoretice. Acest savant a fost Ludwig Boltzmann, și țin să aduc un omagiu memoriei lui.

Ca om, Boltzmann era irascibil, extraordinar şi dificil; adept timpuriu al lui Darwin; certăreț și încântător; avea toate trăsăturile omenești ale unei persoane ideale. Ascensiunea omului se găsea acum într-un echilibru intelectual foarte fragil, deoarece doctrinele antiatomice aproape câștigaseră disputa, iar progresul omenirii ar fi fost cu siguranță amânat cu decenii, poate chiar cu o sută de ani. Și ar fi fost amânat nu doar în fizică, ci și în biologie, care depinde în mod esențial de teoria atomică. A intrat Boltzmann doar în polemici? Nu! El a trăit cu pasiune pentru știință și la fel a și murit. În 1906, la vârsta de 62 de ani, simțindu-se izolat și înfrânt, chiar când doctrina atomică era pe punctul

de a se impune, a crezut că totul este pierdut și și-a luat viața. Rămâne însă să-i cinstească memoria nemuritoarea lui formulă

$$S = K \log W,$$

cioplită pe piatra lui de mormânt.

Nu am cuvinte care să se poată măsura cu frumusețea lapidară și pătrunzătoare a formulei lui Boltzmann. Dar voi încheia acest capitol cu un citat din poetul William Blake, care își începe poemul *Auguries of Innocence* (*Augurii inocenței*) cu următoarele patru versuri:

Într-un grăunte de nisip să vezi nemărginitul
Și raiu-ascuns în floarea de islaz.
În palma mâinii tale infinitul
Și veșnicia-ntreagă într-un ceas.

Capitolul 11
CUNOAȘTERE SAU CERTITUDINE

Unul dintre țelurile științelor fizice a fost acela de a reda o imagine exactă a lumii materiale. Una dintre realizările fizicii secolului XX a fost să demonstreze că acest țel este de neatins.

Să luăm ca exemplu un obiect real şi concret precum chipul uman. Ascult o femeie nevăzătoare în timp ce își plimbă degetele peste fața unui om pe care îl pipăie pentru prima dată, gândind cu voce tare: „Aș spune că e vorba de un om în vârstă. Cred, în mod clar, că nu este englez. Are o față mai rotundă decât majoritatea englezilor. De aceea aș spune că e probabil de pe Continent, dacă nu cumva est-european. Liniile feței este posibil să fi fost provocate de o mare suferință. La început am crezut că

sunt cicatrici. Nu este chipul unui om fericit“.

Această față îi aparține lui Stefan Borgrajewicz, născut, ca și mine, în Polonia. Chipul lui este redat de artistul polonez Feliks Topolski în *Portretul lui Stefan Borgrajewicz*. Suntem conștienți că portrete de felul acesta mai degrabă explorează chipul uman decât îi conturează trăsăturile; că artistul urmărește detaliul aproape ca și cum l-ar atinge; și că fiecare linie care se adaugă consolidează tabloul, dar nu îl finalizează niciodată. Acceptăm că acest lucru ține de metoda artistului.

Dar în zilele noastre fizica a reușit să demonstreze că această metodă este unica metodă de cunoaștere. Nu există cunoaștere absolută. Iar cei care pretind că există, fie că sunt savanți sau dogmatiști, nu fac decât să deschidă ușa tragediei. Informația în ansamblul ei este imperfectă. Și trebuie să o tratăm cu o oarecare smerenie. Aceasta este condiția umană; și același lucru ni-l spune și fizica cuantică. Afirm acest lucru literalmente.

Să privim chipul omenesc din perspectiva întregului spectru de informație electromagnetică. Întrebarea pe care urmează să o pun este următoarea: Cât de fin și de exact este detaliul pe care îl putem observa cu cele mai precise instrumente din lume – chiar cu un instrument perfect, dacă putem concepe vreunul?

Iar observarea detaliului nu trebuie să se limiteze la vederea cu ajutorul luminii vizibile. În 1867, James Clerk Maxwell a sugerat că lumina este o undă electromagnetică, iar ecuațiile pe care le-a conceput în sprijinul teoriei sale au presupus şi existenţa altora. Spectrul luminii vizibile, de la roșu la violet, reprezintă aproximativ o octavă din gama radiațiilor invizibile. Există, să spunem așa, o întreagă claviatură a informației, pornind de la lungimile de undă cele mai mari ale undelor radio (notele joase) până la cele mai scurte lungimi de undă ale razelor X și dincolo de ele (notele cele mai înalte). Le vom proiecta pe toate, pe rând, asupra chipului uman.

Cele mai lungi dintre undele invizibile sunt undele radio, a căror existență a fost demonstrată de

Heinrich Hertz acum mai bine de o sută de ani în 1888, confirmând astfel teoria lui Maxwell. Deoarece sunt cele mai lungi unde, sunt și cele mai rudimentare. Un radar operând la o lungime de undă de câțiva metri nu va percepe chipul deloc, dacă nu vom reproduce același chip la o dimensiune de câțiva metri, asemenea unui cap olmec cioplit în piatră. Doar atunci când micșorăm lungimea de undă vor apărea detalii pe capul uriaș, anume urechile, la o distanță de mult sub un metru. Iar la limita practică a undelor radio, de câțiva centimetri, putem distinge primele trăsături ale persoanei de lângă statuie.

Mai departe, privim chipul omului printr-o cameră foto sensibilă la următorul spectru de radiații, cu lungimi de undă mai mici de un milimetru: razele infraroșii. Ele au fost descoperite în 1800 de astronomul William Herschel, prin observarea căldurii degajate atunci când și-a focalizat telescopul dincolo de lumina roșie; pentru că infraroșiile sunt raze termice. Placa fotografică le redă sub formă de lumină vizibilă conform unui cod mai degrabă

arbitrar, făcând ca razele cele mai incandescente să apară albastre, iar cele mai reci roșii sau închise la culoare. Putem observa trăsăturile aproximative ale feței: ochii, gura, nasul – vedem cum căldura se degajă sub formă de aburi pe nări. Și da, aflăm ceva nou despre chipul uman. Dar ceea ce aflăm nu ne arată detalii.

Când au cele mai scurte lungimi de undă, de câteva sutimi de milimetru sau mai puțin, razele infraroșii capătă o delicată nuanță vizibilă de roșu. Filmul foto pe care îl folosim astăzi este sensibil la ambele tipuri de lumină, iar chipul de pe placă prinde viață. Nu mai este chipul unui om oarecare; este omul pe care îl cunoaștem: Stefan Borgrajewicz.

Lumina albă îl dezvăluie ochiului în mod vizibil, în detaliu: firele de păr scurt, porii pielii, ici-colo o pată sau un vas capilar spart. Lumina albă este un amestec de lungimi de undă, de la roșu spre portocaliu, galben, verde, albastru și, în final, violet, culoarea celor mai scurte unde vizibile. S-ar cuveni să putem percepe mai multe detalii cu undele scurte de culoare violet decât cu undele mai lungi de culoare roșie. Dar în practică,

diferența de aproximativ o octavă nu ne este de foarte mare ajutor.

Pictorul analizează chipul, îl desface trăsătură cu trăsătură, separă culorile și lărgește imaginea. Este firesc să ne întrebăm: Nu ar trebui și omul de ştiinţă să folosească un microscop pentru a izola și analiza trăsăturile mai fine? Ba da, ar trebui. Însă se cuvine să înțelegem că microscopul mărește imaginea, dar nu o poate îmbunătăți: precizia detaliului este dată de lungimea de undă a luminii. De fapt, indiferent de lungimea de undă a luminii, putem intercepta o rază doar prin intermediul obiectelor de aproximativ aceeași mărime cu lungimea de undă însăși; un obiect mai mic pur și simplu nu va avea umbră proprie.

Printr-o mărire de peste 200 de ori putem individualiza o singură celulă la nivelul pielii cu ajutorul luminii albe obișnuite. Dar pentru a obține mai multe detalii, avem nevoie de o lungime de undă încă și mai scurtă. Astfel, pasul următor îl reprezintă lumina ultravioletă, a cărei lungime de undă este de zece miimi dintr-un

milimetru și chiar mai puțin – mai scurtă cu un factor de zece și chiar mai mult decât lumina vizibilă. Dacă ochii noștri ar putea vedea în radiația ultravioletă, ni s-ar prezenta un peisaj fantomatic și fluorescent. Microscopul cu ultraviolete pătrunde prin licărirea de lumină în interiorul celulei, mărită de 3500 de ori, până la nivelul cromozomilor înșiși. Dar aceasta este limita lui: nici o formă de lumină nu va putea să distingă genele umane în interiorul unui cromozom.

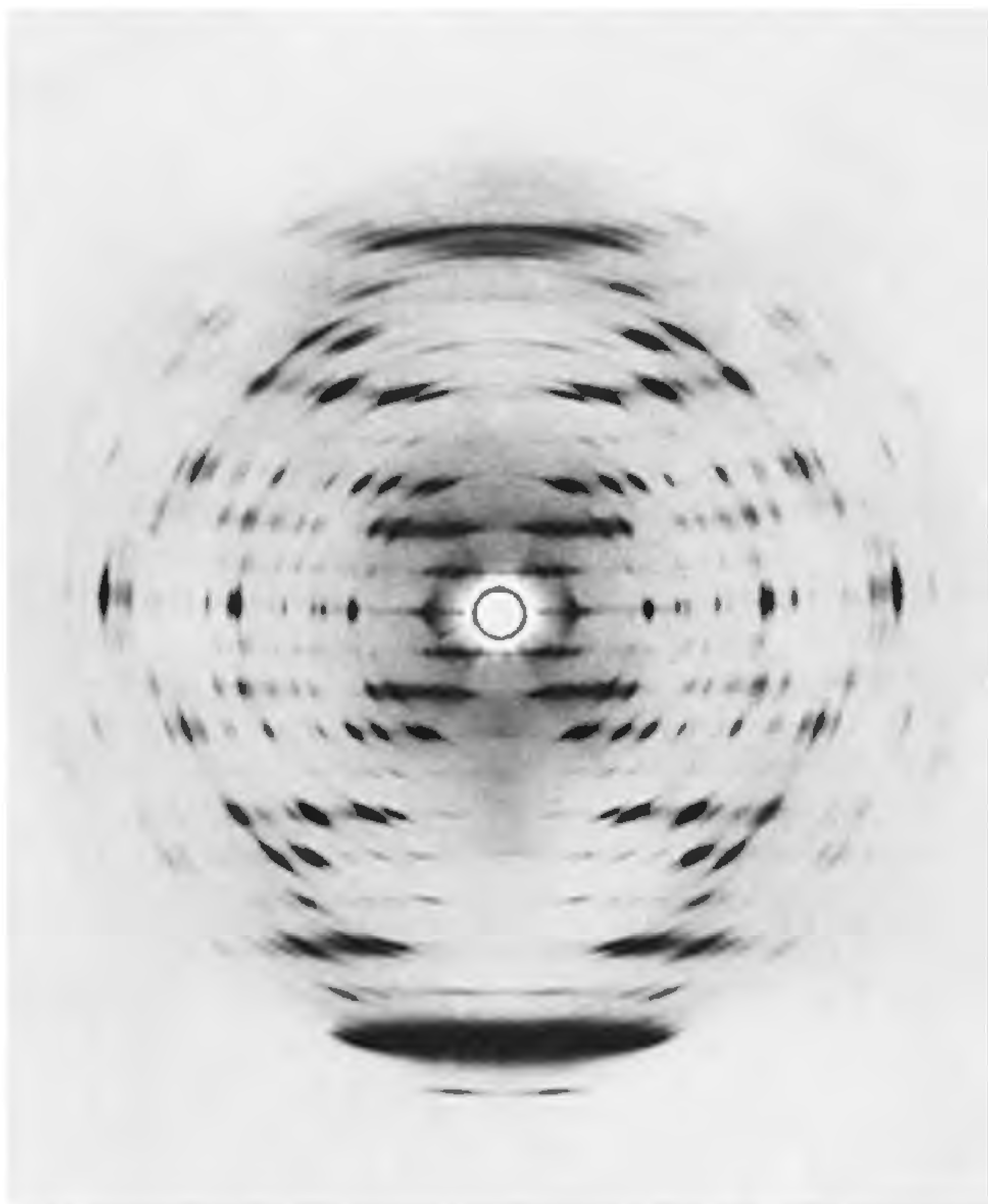
Din nou, pentru a pătrunde mai adânc, trebuie să micșorăm încă o dată lungimea de undă: pasul următor îl reprezintă razele X. Totuși, ele sunt atât de pătrunzătoare, încât nu pot fi focalizate de nici un material; ca atare, nu putem construi un microscop cu raze X. Așa că trebuie să ne mulțumim cu proiectarea lor asupra feței, pentru a obține un soi de umbră. Detaliul depinde acum de puterea lor de penetrație. Putem vedea craniul sub pielea capului – putem vedea, de pildă, dacă persoana în cauză și-a pierdut dinții. Această formă de sondare a corpului omenesc a transformat razele X într-o senzație

imediat după descoperirea lor de către Wilhelm Konrad Röntgen în 1895, deoarece este vorba despre o descoperire din fizică ce părea proiectată de natură să servească medicinei. Descoperirea l-a transformat pe Röntgen într-o bonomă figură paternă a fizicii, el devenind eroul care a fost distins cu primul Premiu Nobel în 1901.

O întâmplare norocoasă din natură ne va permite câteodată să obținem mai mult printr-o mișcare de învăluire, adică prin deducerea unui aranjament care nu poate fi observat în mod direct. Razele X nu ne vor arăta un atom individual, deoarece acesta este prea mic ca să lase o umbră chiar și în cazul celei mai scurte lungimi de undă. Totuși, putem reprezenta atomii dintr-un cristal deoarece dispunerea lor este regulată, astfel încât razele X vor forma un model regulat de ondulații din care poate fi dedusă poziția atomilor obstructivi. Acesta este modelul atomilor în spirala de ADN: astfel arată o genă. Metoda a fost inventată în 1912 de Max von Laue, și a fost o dublă mostră de ingeniozitate, dovedind mai întâi, și pentru prima

oară, că atomii sunt reali, și mai apoi, tot pentru prima oară, că razele X sunt unde electromagnetice.





32. a. (Stânga) Razele X formează un model regulat de ondulații din care poate fi dedusă poziția atomilor obstructivi.
Model de difracție cu raze X al unui cristal de ADN.
b. (Dreapta) Această formă de sondare a corpului omenesc a transformat razele X într-o senzație imediat după descoperirea lor de către Wilhelm Konrad Röntgen.
Clișeul originar al lui Röntgen ne prezintă un bărbat încălțat *cu pantofi, cu legături de chei* în *buzunarele pantalonilor.*

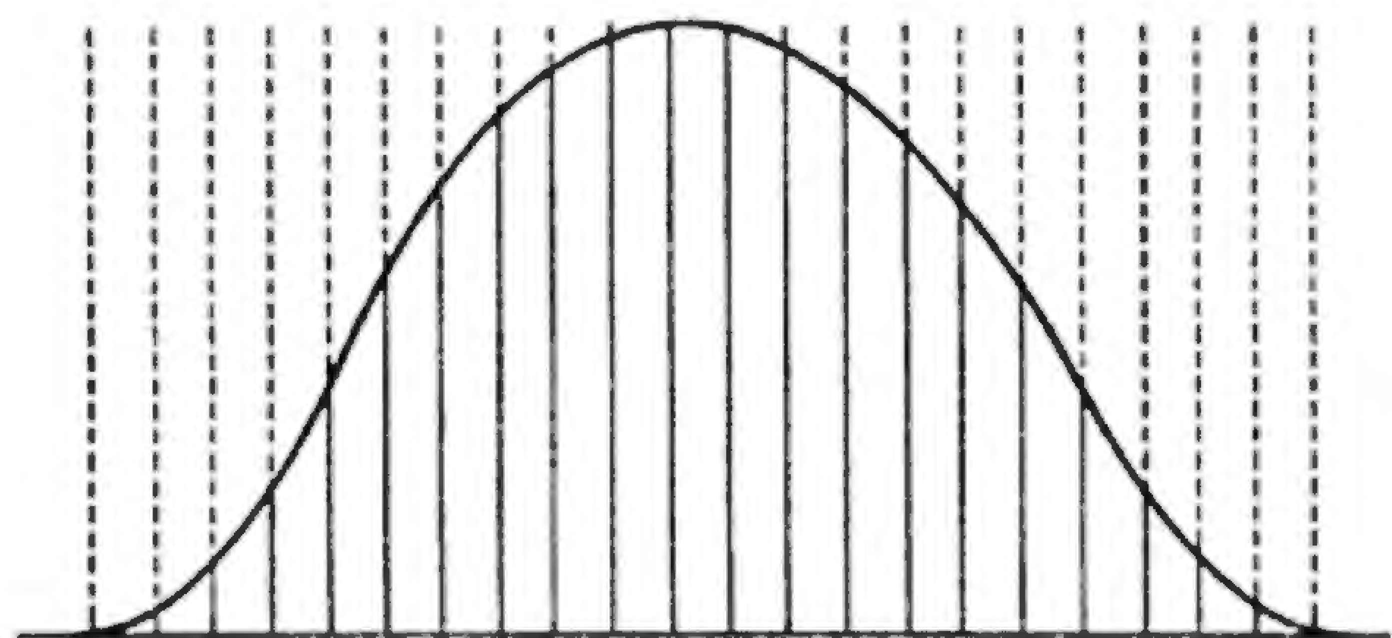
Mai avem de făcut un singur pas, acela al utilizării microscopului cu electroni, în care razele sunt atât de concentrate încât nu mai știm dacă să le numim unde sau particule. Electronii sunt proiectați în direcția obiectelor și trasează conturul acestora asemenea unui aruncător de cuțite de la bâlci. Cel mai mic obiect care a fost vreodată văzut este un atom individual de toriu. Este de-a dreptul spectaculos. Și totuși imaginea diafană confirmă faptul că, asemenea cuțitelor care aproape șterg silueta fetei la bâlci, până și cei mai duri electroni formează un contur bine definit. Imaginea perfectă este totuși tot atât de îndepărtată de noi precum stelele reci de pe boltă.

Ne găsim aici față în față cu paradoxul crucial al cunoașterii. An de an, născocim instrumente din ce în ce mai precise cu care să observăm natura cu mai multă finețe. Și când examinăm aceste observații, suntem deconcertați să vedem că ele sunt încă neclare, și simțim că sunt la fel de nesigure cum au fost dintotdeauna. Părem a alerga după un țel care se ascunde la infinit de noi

de fiecare dată când ajungem să îl avem înaintea ochilor.

Paradoxul cunoașterii nu se limitează la scară mică, atomică; dimpotrivă, el este la fel de convingător la scară umană și chiar stelară. Dați-mi voie să pun această afirmație în contextul unui observator astronomic. Observatorul lui Karl Friedrich Gauss de la Göttingen a fost construit în anul 1807. În timpul vieții sale și începând de atunci (aproape timp de două secole) instrumentele astronomice au fost neîncetat perfecționate. Ne uităm la poziția unei stele așa cum a fost determinată atunci și acum, și ni se pare că suntem din ce în ce mai aproape de aflarea precisă a poziției acesteia. Dar când comparăm observațiile reale individuale de astăzi, suntem uimiți și mâhniți să descoperim că ele sunt, ca întotdeauna, la fel de disparate una în raport cu alta. Am tot sperat că erorile umane vor dispărea și că vom ajunge să privim lumea cu ochiul lui Dumnezeu. Dar se dovedește că erorile nu pot fi eliminate din observații. Iar acest lucru este valabil în cazul stelelor, sau al atomilor, sau

chiar când privim tabloul cuiva sau ascultăm rezumatul unui discurs.



33. Paradoxul cunoașterii nu se limitează la scară mică, atomică; dimpotrivă, el este la fel de convingător la scară umană și chiar stelară.
Curba lui Gauss

Gauss a recunoscut acest lucru, cu geniul său minunat și copilăros care nu l-a părăsit nici la vârsta de aproape 80 de ani, când a închis ochii. Pe când avea doar 18 ani și a venit să se înscrie la Universitatea din Göttingen în 1795, rezolvase deja problema celei mai corecte estimări dintr-o serie de observații care conțin erori interne. Raționamentul său a adoptat calea urmată și astăzi de raționamentul statistic.

Când un observator privește o stea, el știe că există o multitudine de cauze care produc erori. Astfel, el

înregistrează o serie de măsurători și speră, firește, că estimarea cea mai corectă a poziției stelei este media – adică centrul dispersiei de valori măsurate. Până acum, totul ține de domeniul evidenței. Dar Gauss a mers mai departe, întrebându-se ce anume ne comunică *dispersia* erorilor. El a inventat curba care-i poartă numele, în care *dispersia* este centralizată de devierea, sau distribuția, curbei. Iar de aici, i-a venit o idee revoluționară: distribuția marchează o zonă de incertitudine. Nu suntem siguri că centrul reprezintă poziția corectă. Tot ce putem spune este că aceasta se află în *aria de incertitudine,* iar această arie este calculabilă pe baza dispersiei observate în urma observațiilor individuale.

Posesor al acestei subtile perspective asupra cunoașterii umane, Gauss își îndrepta resentimentele mai ales împotriva filozofilor, care susțineau că știu o cale spre cunoaștere mai desăvârșită decât calea observației. Din nenumărate exemple, voi alege unul. Se întâmplă să existe un oarecare filozof, pe nume Friedrich Hegel, pe care, trebuie să mărturisesc, îl detest

în mod special. Și sunt fericit să împărtășesc acest sentiment profund cu un mare om, Gauss. În 1800, Hegel a prezentat o teză, dacă vă vine să credeți, demonstrând că, deși definiția planetelor s-a schimbat față de Antichitate, numărul planetelor nu putea fi decât tot șapte, din punct de vedere filozofic. Ei bine, nu doar Gauss știa cum să răspundă la așa ceva; cu mult timp înainte, Shakespeare însuși răspunsese și el. Este în *Regele Lear* un minunat pasaj, în care cine altcineva decât Bufonul îi spune Regelui: „Știi pentru ce cele Șapte Stele sunt numai șapte?“ Iar Regele, înțelept, răspunde mucalit: „Pentru că nu sunt opt“. La care Bufonul îi răspunde: „Bravo, ai stofă de bufon!“[23] Tot astfel și cu Hegel. Exact pe 1 ianuarie 1801, când nici nu apucase să se usuce cerneala pe disertația hegeliană, a fost descoperită o a opta planetă: planeta minoră Ceres.

23. W. Shakespeare, *Regele Lear*, trad. rom. Mihnea Gheorghiu, Editura Tineretului, Bucureşti, 1963 (n. tr.).

Istoria este înțesată de ironii. Bomba cu ceas ascunsă în curba lui

Gauss ne arată, după moartea savantului, că nu există o perspectivă atotcuprinzătoare asupra lucrurilor. Erorile sunt în mod indisolubil legate de natura cunoașterii omenești. Iar ironia este că acest fapt a fost descoperit la Göttingen.

Vechile orașe universitare sunt minunat de asemănătoare. Göttingen seamănă cu Cambridge în Anglia, sau Yale în America: oraș eminamente provincial, departe de nodurile de comunicații – nimeni nu vine în aceste locuri uitate de lume în afară de o liotă de profesori. Iar acești profesori sunt convinși că orășelul lor universitar este centrul lumii. Există aici o inscripție în *Rathskeller*[24], care spune: „Extra Gottingam non est vita“, „În afara Göttingenului nu există viață“. Această epigramă, sau poate ar trebui să îi spun epitaf, este luată în serios mai mult de profesori decât de studenți.

24. Tavernă (aflată de obicei la subsolul unei primării, în țările vorbitoare de limba germană) (n. tr.).

Simbolul universității este statuia de fier din fața Rathskellerului, reprezentând o fată desculță care

păzește gâștele, pe care fiecare student o sărută la absolvire. Universitatea este o Mecca spre care studenții se îndreaptă cu o credință nu tocmai desăvârșită. Și este important că studenții aduc cu ei o ireverență de ștrengari față de studiu; nu au venit aici să idolatrizeze cunoașterea acumulată, ci să o pună sub semnul întrebării.

Ca în orice oraș universitar, peisajul din Göttingen este brăzdat în lung și în lat de lungile plimbări făcute de profesori după prânz, iar asistenții în cercetare sunt extaziați dacă li se cere să se alăture acestor plimbări. Este posibil ca în trecut Göttingenul să fi fost un orășel somnoros. Micile orașe universitare germane datează dinaintea unificării țării (Universitatea Göttingen a fost fondată de George II, în calitatea sa de elector de Hanovra), iar acest lucru le conferă un parfum birocratic local. Chiar și după ce puterea militaristă teutonică a apus și kaiserul a abdicat în 1918, aceste universități au rămas mai conformiste decât surorile lor din afara Germaniei.

Legătura între Göttingen și lumea exterioară era calea ferată. Drumul de fier îi aducea aici pe vizitatorii de la Berlin și din străinătate, dornici să împărtășească noile idei care asigurau progresul fizicii. La Göttingen umbla o vorbă care zicea că știința a prins viață în trenul de Berlin, deoarece în tren oamenii discutau și se contraziceau, luând astfel naștere noi idei. Iar noile idei erau și ele puse sub semnul întrebării.

În anii Primului Război Mondial, știința la Göttingen era dominată, ca peste tot de altfel, de conceptul relativității. Dar în 1921, la Catedra de Fizică a fost numit Max Born, care a inițiat o serie de seminarii la care au participat toți cei interesați de fizica atomică. Este surprinzător să ne gândim că Max Born avea aproape 40 de ani când a fost numit. În general, fizicienii au cele mai bune rezultate înaintea vârstei de 30 de ani (matematicienii chiar și mai devreme, iar biologii, poate, ceva mai târziu). Însă Born era înzestrat cu o remarcabilă calitate personală, de sorginte socratică. El știa să atragă tinerii înzestrați, le valorifica la

maximum potențialul, iar din schimbul de idei dintre el și studenți, ca și din ideile puse sub semnul întrebării, au rezultat cele mai bune lucrări ale sale. Dintr-o sumedenie de nume de răsunet, pe cine oare să aleg? Evident, pe Werner Heisenberg, care a desfășurat aici cele mai strălucite cercetări ale sale împreună cu Born. Mai apoi, când Erwin Schrödinger a publicat o versiune diferită a fizicii atomice, aici au avut loc discuțiile științifice în contradictoriu. Iar cercetători din lumea întreagă au venit la Göttingen să ia parte la aceste discuții.

Este oarecum straniu să vorbim în acești termeni despre un subiect care, la urma urmei, ține de multe ore de studiu nocturn. Chiar a constat fizica anilor 1920 în argumentații, seminarii, discuții şi dispute? Da, așa au stat lucrurile. Da! așa se întâmplă și cu fizica zilelor noastre. Oamenii de știință care s-au întâlnit aici, cei care încă se întâlnesc în laboratoare, își încheie cercetările doar printr-o formulă matematică. Își încep lucrul prin încercarea de a dezlega enigme conceptuale. Enigmele presupuse de

particulele subatomice – electronii și toate celelalte – sunt de ordin mental.

Să ne gândim la felul în care electronul contraria comunitatea științifică în această perioadă. Gluma din rândul profesorilor (datorată felului în care era alcătuit orarul universităților) era aceea că lunea, miercurea și vinerea, electronul se comportă ca o particulă; iar marțea, joia și sâmbăta, ca o undă. Cum puteau fi conciliate aceste două aspecte și aduse din lumea la scară mare pentru a fi proiectate în acest Lilliput, în această lume demnă de *Călătoriile lui Gulliver*, care este interiorul atomului? În jurul acestui subiect se învârteau toate speculațiile și discuțiile în contradictoriu. Iar el nu solicită calcule, ci mai degrabă viziune, imaginație şi metafizică, dacă vreți. Îmi amintesc o replică pe care Max Born a rostit-o când a venit în Anglia, mulți ani mai târziu, și care încă figurează în autobiografia lui. El a spus: „Acum sunt convins că fizica teoretică este de fapt filozofie“.

Max Born a vrut să spună că noile idei din fizică sunt echivalente cu o viziune nouă asupra realității. Lumea nu este o mulțime fixă şi solidă de

obiecte aflate dincolo de noi, deoarece nu poate fi separată de percepția noastră asupra ei. Ea își schimbă forma sub ochii noștri, interacționează cu noi, iar cunoașterea pe care o oferă trebuie să fie interpretată de noi. Nu există posibilitatea unui schimb de informații care să nu solicite un act de gândire. Este electronul o particulă? Se comportă ca o particulă în modelul atomic al lui Bohr. Dar în 1924, de Broglie a conceput un splendid model ondulatoriu, ale cărui orbite sunt spațiile în care un număr întreg și exact de unde oscilează în jurul nucleului. Max Born și-a imaginat electronii sub forma unei înșiruiri, ca și cum fiecare ar fi așezat pe un soi de arbore cotit, astfel încât, în mod colectiv, să constituie o serie de curbe ale lui Gauss, o undă de probabilitate. În trenul de Berlin și în timpul plimbărilor profesorale prin crângul din Göttingen se înfiripa un nou concept în fizică: indiferent de natura unităților fundamentale din care lumea este alcătuită, ele sunt mai delicate, mai fugitive și mai surprinzătoare decât putem noi

prinde cu plasa de fluturi a simțurilor noastre.

Plimbările prin pădure și conversațiile au atins un splendid punct culminant în 1927. La începutul acelui an, Werner Heisenberg a făcut o nouă caracterizare a electronului. Da, a spus el, electronul este o particulă, dar una care deține doar informații limitate. Adică, putem specifica unde se află chiar în clipa aceasta, dar apoi nu îi poți impune o viteză și o direcție specifice în punctul de pornire. Sau, dimpotrivă, dacă insistăm să îl proiectăm cu o anumită viteză, într-o anumită direcție, atunci nu putem să specificăm cu exactitate care este punctul lui de plecare sau, desigur, punctul lui de sosire.

Această caracterizare sună foarte simplist. Dar nu este așa. Heisenberg i-a conferit profunzime făcând-o precisă. Informația purtată de electron este, în totalitatea ei, una limitată. Adică, de pildă, viteza *și* poziția electronului se potrivesc *laolaltă* într-un mod în care sunt limitate de toleranța cuantei. Aceasta este ideea profundă: una dintre cele mai importante idei științifice nu

doar din secolul XX, ci din întreaga istorie a științei.

Heisenberg a numit acest fenomen principiul incertitudinii. Într-o anumită privință, este un principiu robust care guvernează viața de zi cu zi. Știm că nu îi putem cere lumii să fie exactă. Dacă un obiect (un chip familiar, de exemplu) ar trebui să fie *exact* același înainte de a-l recunoaște, nu l-am mai recunoaște niciodată de la o zi la alta. Recunoaștem obiectul ca fiind același pentru că este în linii mari același; nu este niciodată exact așa cum era, seamănă în limite tolerabile cu același obiect văzut în trecut. Prin actul de recunoaștere, se construiește un raționament inerent – o zonă de toleranță sau incertitudine. Așadar, principiul lui Heisenberg afirmă că nu există evenimente, nici chiar evenimente atomice, care să poată fi descrise cu certitudine, adică cu toleranță zero. Principiul capătă profunzime pentru că Heisenberg precizează ce toleranță poate fi atinsă. Instrumentul ei de măsură este cuanta lui Max Planck. În lumea atomului, zona de incertitudine este

întotdeauna cartografiată cu ajutorul cuantei.

Și totuși principiul incertitudinii este o sintagmă nereușită. În știință sau în afara ei, nu suntem nesiguri; cunoașterea noastră este doar restrânsă între anumite limite de toleranță. Ar trebui să se numească principiul toleranței. Și propun acest nume gândindu-mă la două accepțiuni ale sale. Mai întâi, în accepțiune inginerească. Știința a progresat pas cu pas, fiind cea mai de succes activitate în ascensiunea omului, pentru că a înțeles că schimbul de informații între om și natură, precum și cel dintre oameni, nu poate avea loc decât cu o anumită toleranță. Și în al doilea rând, utilizez aceste cuvinte animat de o veritabilă pasiune pentru lumea reală. Întreaga cunoaștere și toate informațiile care circulă între oameni pot face obiectul unui schimb doar în limitele unui cadru al toleranței. Observația este valabilă indiferent dacă schimbul se produce în știință, literatură, religie sau politică, ori chiar în orice mod de gândire care aspiră să devină dogmatic. Este o mare tragedie că în timpul vieții mele, și a unora dintre

voi, aici în Göttingen, aceiași savanți care rafinau cu nemaivăzută precizie principiul toleranței au întors spatele faptului că pretutindeni în jurul lor toleranța era iremediabil sfărâmată în bucăți.

Cerul se întuneca deasupra întregii Europe. Însă deasupra orașului Göttingen plana de mai bine de o sută de ani un nor mai deosebit. Pe la începutul anilor 1800, Johann Friedrich Blumenbach adunase o colecție de cranii primite de la distinși domni din întreaga Europă, cu care se afla în corespondență. Nimic din lucrările lui Blumenbach nu sugerează că respectivele cranii urmau să susțină o împărțire rasială a umanității, deși el s-a folosit de măsurători anatomice pentru a clasifica familiile umane. Cu toate acestea, de la moartea lui Blumenbach în 1840 colecția a crescut continuu devenind un nucleu al teoriei rasiale, pangermanice, care avea să fie validată de venirea la putere a Partidului Național Socialist.

Când Hitler a ajuns cancelar în 1933, tradiția academică în Germania a fost distrusă aproape peste noapte. Acum trenul de Berlin ajunsese un

simbol al fugii. Europa nu mai era un spațiu ospitalier pentru imaginație – și nu doar pentru imaginația științifică. O întreagă concepție culturală bătea în retragere: conceptul conform căruia cunoașterea umană este personală și responsabilă, o aventură nesfârșită la frontiera incertitudinii. S-a lăsat o tăcere grea, ca după procesul lui Galilei. Marii oameni au pătruns într-o lume supusă amenințărilor: Max Born, Erwin Schrödinger, Albert Einstein, Sigmund Freud, Thomas Mann, Bertolt Brecht, Arturo Toscanini, Bruno Walter, Marc Chagall, Enrico Fermi și Leo Szilard. Acesta din urmă a ajuns, după mulți ani, la Institutul Salk din California.



34. Europa nu mai era un spațiu ospitalier pentru imaginație.
Enrico Fermi

Principiul incertitudinii, sau după formularea mea, principiul toleranței a încetățenit o dată pentru totdeauna înțelegerea faptului că întreaga cunoaștere este limitată. Este o ironie a istoriei că tocmai în timp ce se conturau aceste concepte științifice, în Germania lui Hitler și în alte țări subjugate de tirani era în plină ascensiune un contraconcept: un principiu al certitudinii monstruoase. Când viitorul va privi retrospectiv către anii 1930, și-i va reprezenta ca pe o confruntare crucială între

cultura înfățișată de mine ca ascensiune a omului și regresul cauzat de credința despoților în certitudinea lor absolută.

Toate aceste abstracțiuni trebuie redate în termeni concreți, și intenționez să o fac prin prezentarea unei personalități. Leo Szilard a fost profund implicat în conceperea acestor chestiuni, și mi-am petrecut multe după-amiezi la Institutul Salk în compania lui, discutând pe această temă, în ultimul său an de viață.

Leo Szilard era ungur și își trăise întreaga viață universitară în Germania. În 1929 a publicat o lucrare importantă, chiar revoluționară, într-un domeniu care astăzi s-ar numi teoria informației, și anume despre relația dintre cunoaștere, natură și om. Încă de pe atunci, Szilard era încredințat că Hitler va ajunge la putere și că războiul este inevitabil. Ținea două geamantane gata împachetate în odaie, și încă înainte de 1933, le-a închis și le-a luat cu el în Anglia.

Din întâmplare, în septembrie 1933, la o reuniune a Asociației Britanice, lordul Rutherford a afirmat în treacăt că energia atomică nu va

deveni niciodată realitate. Leo Szilard era tipul de om de ştiinţă, posibil chiar tipul de om plin de bună dispoziție și ușor excentric, căruia îi displăcea orice afirmație care conținea cuvântul „niciodată“, mai ales atunci când aceasta era făcută de un distins coleg. Așa că a început să se gândească din ce în ce mai intens la această problemă. Povestea spusă de el este așa cum ne-am putea-o imagina toți cei care l-am cunoscut. Locuia pe atunci la hotelul Strand Palace – îi plăcea să stea la hotel. Mergea spre serviciu, la Spitalul St Bartholomew, și pe când se apropia de șoseaua Southampton Row a fost obligat să oprească la lumina roșie a semaforului. (Aceasta este singura parte a poveștii pe care o găsesc improbabilă; nu cred ca Szilard să fi fost omul care să poată fi oprit de vreo lumină roșie.) Oricum, înainte ca semaforul să se facă verde, a avut revelația hotărâtoare: dacă bombardezi un atom cu un neutron, iar acesta se întâmplă să se spargă eliberând doi, atunci obții o reacție în lanț. A și redactat o cerere pentru obținerea unui patent conținând

expresia „reacție în lanț“, care a fost depusă în 1934.

În acest moment ni se dezvăluie o fațetă a personalității lui Szilard care era caracteristică tuturor savanților acelei epoci, dar căreia el i-a dat glas cel mai răspicat și mai vocal. El a dorit să păstreze secret patentul. A vrut să împiedice utilizarea științei în scopuri greșite. Și, în realitate, a încredințat patentul Amiralității Britanice, cu indicația de a nu fi publicat înainte de terminarea războiului.

Dar în tot acest timp războiul devenea din ce în ce mai amenințător. Marșul progresului în fizica atomică și marșul lui Hitler aveau loc simultan, pas cu pas, într-o cursă pe care astăzi tindem să o uităm. La începutul lui 1939, Szilard i-a scris lui Joliot Curie, cerându-i să forțeze interzicerea publicării cercetărilor de gen. A încercat să-l convingă și pe Fermi să nu publice. Dar în cele din urmă, în august 1939, Szilard a redactat o scrisoare pe care Einstein a semnat-o și a expediat-o președintelui Roosevelt, în care se spunea (în linii mari): „Energia nucleară este o realitate. Războiul

este inevitabil. Stă în puterea președintelui să decidă ce vor face savanții în această privință“.

Dar Szilard nu s-a oprit. Când în 1945 a fost câștigat războiul în Europa, și și-a dat seama că bomba urma de-acum să fie construită și folosită împotriva japonezilor, Szilard a organizat proteste pe unde a apucat. A scris memorandum după memorandum. Un memorandum trimis președintelui Roosevelt nu și-a atins scopul doar pentru că Roosevelt a murit chiar în ziua în care Szilard i l-a transmis. Szilard a insistat mereu ca bomba să fie testată public de față cu japonezii și cu un public internațional, pentru ca japonezii să înțeleagă puterea ei de distrugere și să capituleze înainte să se producă pierderi de vieți omenești.

Albert Einstein
Old Grove Rd.
Nassau Point
Peconic, Long Island

August 2nd, 1939

F.D. Roosevelt,
President of the United States,
White House
Washington, D.C.

Sir:

Some recent work by E.Fermi and L. Szilard, which has been communicated to me in manuscript, leads me to expect that the element uranium may be turned into a new and important source of energy in the immediate future. Certain aspects of the situation which has arisen seem to call for watchfulness and, if necessary, quick action on the part of the Administration. I believe therefore that it is my duty to bring to your attention the following facts and recommendations:

In the course of the last four months it has been made probable - through the work of Joliot in France as well as Fermi and Szilard in America - that it may become possible to set up a nuclear chain reaction in a large mass of uranium,by which vast amounts of power and large quantities of new radium-like elements would be generated. Now it appears almost certain that this could be achieved in the immediate future.

This new phenomenon would also lead to the construction of bombs, and it is conceivable - though much less certain - that extremely powerful bombs of a new type may thus be constructed. A single bomb of this type, carried by boat and exploded in a port, might very well destroy the whole port together with some of the surrounding territory. However, such bombs might very well prove to be too heavy for transportation by air.

-2-

The United States has only very poor ores of uranium in moderate quantities. There is some good ore in Canada and the former Czechoslovakia, while the most important source of uranium is Belgian Congo.

In view of this situation you may think it desirable to have some permanent contact maintained between the Administration and the group of physicists working on chain reactions in America. One possible way of achieving this might be for you to entrust with this task a person who has your confidence and who could perhaps serve in an inofficial capacity. His task might comprise the following:

a) to approach Government Departments, keep them informed of the further development, and put forward recommendations for Government action, giving particular attention to the problem of securing a supply of uranium ore for the United States;

b) to speed up the experimental work,which is at present being carried on within the limits of the budgets of University laboratories, by providing funds, if such funds be required, through his contacts with private persons who are willing to make contributions for this cause, and perhaps also by obtaining the co-operation of industrial laboratories which have the necessary equipment.

I understand that Germany has actually stopped the sale of uranium from the Czechoslovakian mines which she has taken over. That she should have taken such early action might perhaps be understood on the ground that the son of the German Under-Secretary of State, von Weizsäcker, is attached to the Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin where some of the American work on uranium is now being repeated.

Yours very truly,
A. Einstein
(Albert Einstein)

35. În cele din urmă, Szilard a redactat o scrisoare pe care Einstein a semnat-o și a

expediat-o președintelui Roosevelt.
Textul scrisorii din data de 2 august 1939, adresată președintelui Statelor Unite ale Americii

După cum știți, Szilard a eșuat, și odată cu el a eșuat întreaga comunitate științifică. A făcut tot ce stătea în puterea unui om integru. A renunțat la fizică și s-a apucat de biologie – astfel a ajuns la Institutul Salk – și i-a convins și pe alții să facă la fel. Fizica făcuse obiectul unei pasiuni colective timp de mai bine de 50 de ani și fusese capodopera acelei perioade. Dar acum știm bine că sosise timpul ca înțelegerea vieții, în special a vieții omenești, să fie abordată cu aceeași dăruire intelectuală cu care fusese abordată înțelegerea lumii fizice.

Prima bombă atomică a fost lansată peste Hiroshima pe 6 august 1945, la ora 8.15 dimineața. Trecuse puțină vreme de la întoarcerea mea de la Hiroshima, când am auzit pe cineva afirmând în prezența lui Szilard, că este o tragedie pentru oamenii de ştiinţă faptul că descoperirile lor au fost folosite în scopul distrugerii. Szilard a răspuns

cum numai el avea dreptul s-o facă, că nu este doar o tragedie pentru oamenii de ştiinţă, ci „o tragedie pentru omenire“.

Dilema umană este alcătuită din două părți. Una este credința că scopul scuză mijloacele. Această filozofie rece, această insensibilitate deliberată față de suferință, a dat naștere monstrului reprezentat de mașina de război. Cealaltă parte este trădarea spiritului uman: afirmarea dogmei care împietrește mințile, și transformă o națiune, o civilizație, într-un regiment de fantome: fantome ascultătoare sau fantome supuse la cazne.

Se spune că știința îi va dezumaniza pe oameni și îi va transforma în numere. Afirmația este falsă, tragic de falsă. Puteți vedea cu ochii voştri. Aici, la Auschwitz, este locul în care oamenii au fost transformați în numere. În acest heleșteu a fost aruncată cenușa a mai mult de patru milioane de oameni. Și vinovat de uciderea lor nu a fost gazul otrăvitor. Aroganța i-a ucis. Dogma i-a ucis. Ignoranța i-a ucis. Când oamenii cred că dețin

cunoașterea absolută, fără vreo raportare la realitate, ajung să se poarte astfel cu semenii lor. Asta fac oamenii când aspiră la cunoașterea destinată zeilor.

Știința este o formă de cunoaștere extrem de umană. Ne aflăm mereu la frontiera celor știute, anticipând și sperând perpetuu la cunoașterea viitoare. Fiecare raționament științific se învecinează cu eroarea, și este cât se poate de personal. Știința este un tribut adus lucrurilor pe care le putem cunoaște, în pofida faptului că suntem supuși greșelii. Am putea foarte bine încheia capitolul cu cuvintele lui Oliver Cromwell: „Vă implor, din mila lui Hristos, gândiți-vă că e cu putință să vă înșelați“.

Ca savant, îi sunt dator prietenului meu Leo Szilard, iar ca om le sunt dator membrilor familiei mele care au pierit la Auschwitz, să mă reculeg aici la marginea acestui heleșteu, în calitate de supraviețuitor și de martor. Trebuie să ne vindecăm de pofta de cunoaștere și putere absolute. Trebuie să micșorăm distanța dintre ceea ce ne motivează impulsurile și gestul uman. Trebuie să atingem sufletul oamenilor.

Capitolul 12
GENERAȚIE DUPĂ GENERAȚIE

În secolul al XIX-lea, Viena era capitala unui imperiu care strângea laolaltă o multitudine de națiuni și limbi. Era un centru renumit al muzicii, literaturii și artelor. Știința era privită cu suspiciune în conservatoarea Vienă, în special știința biologiei. Dar pe neașteptate, Austria a devenit totodată terenul fertil al unei idei științifice (și încă în domeniul biologiei) de-a dreptul revoluționare.

La vechea universitate din Viena, Gregor Mendel, fondatorul geneticii, și deci al tuturor științelor moderne ale vieții, a beneficiat de o educație universitară sumară. El și-a făcut apariția într-un moment istoric al luptei dintre tiranie și libertatea de gândire. În 1848, la puțin timp înainte de intrarea lui în scenă, doi tineri au

publicat la Londra, în limba germană, un manifest care începea cu cuvintele: „Ein Gespenst geht um Europa“, „un spectru bântuie Europa“ – spectrul comunismului.

Desigur, în *Manifestul comunist*, Karl Marx și Friedrich Engels nu au creat revoluțiile din Europa; însă le-au dat glas. A fost un glas al insurecției. Un val uriaș de nemulțumire a măturat Europa: împotriva Bourbonilor, Habsburgilor și a guvernelor naționale. În februarie 1848, Parisul era în fierbere, după care au urmat, la scurt timp, Viena și Berlinul. Astfel, în Piața Universității din Viena, în martie 1848, studenții au protestat și s-au încăierat cu poliția. Imperiul austriac, aidoma celorlalte, s-a zdruncinat din temelii. Cancelarul Metternich a demisionat și s-a refugiat la Londra. Împăratul a abdicat.

Împărații vin și pleacă, dar imperiile rămân. Noul împărat al Austriei era un tânăr de 18 ani, Franz Josef, care a domnit ca un autocrat medieval până când șubredul imperiu s-a sfărâmat în bucăți în timpul Primului Război Mondial. Încă mi-l amintesc pe Franz Josef, de când

eram doar un băiețel; ca și alți Habsburgi, avea buza inferioară răsfrântă și gura lăbărțată, pictată de Velázquez în portretele regilor spanioli, și care este recunoscută astăzi drept o trăsătură genetică dominantă.

Când Franz Josef a venit la putere, discursurile patrioților au amuțit; reacția provocată de tânărul împărat a fost absolută. Chiar în acest timp, ascensiunea omului era pe tăcute călăuzită într-o direcție nouă, prin venirea lui Gregor Mendel la Universitatea din Viena. Numele său la naștere fusese Johann Mendel, și era fiu de agricultori; Gregor era numele pe care și l-a luat când a ales viața monahală, frustrat de sărăcie și lipsa de educație. A rămas toată viața același copil de țăran în modul în care își desfășura activitatea, nefiind defel un naturalist profesor sau gentleman asemenea omologilor lui englezi; Mendel a fost, am putea spune, un naturalist de gospodărie.

Mendel s-a călugărit ca să beneficieze de educație, iar abatele căruia îi datora ascultare l-a trimis la Universitatea din Viena ca să își ia

licența ca profesor. Dar era un student emotiv și nu tocmai dezghețat la minte. Profesorul care l-a examinat a scris despre el că „îi lipsește ascuțimea minții și limpezimea cunoștințelor necesare învățăturii“, și l-a picat. Fiului de țăran devenit călugăr nu i-a rămas altceva decât să se retragă încă o dată în anonimatul mânăstirii de la Brno, în Moravia, astăzi parte a Cehoslovaciei[25].

25. Astăzi numită Republica Cehă, în 1993 separându-se de Slovacia în urma aşa-numitului „Divorţ de catifea“ (n. red.).



36. Ascensiunea omului a fost călăuzită pe tăcute într-o nouă direcție de Gregor Mendel.
Mendel în 1865

Când s-a întors de la Viena în 1853, la vârsta de doar 31 de ani, Mendel era un ratat. Fusese trimis la Brno de către ordinul augustinian al Sf. Toma, care era un ordin de învățători. Guvernul își dorea ca tinerii dotați din rândul țărănimii să învețe carte sub îndrumarea călugărilor.

Biblioteca lor semăna mai degrabă cu biblioteca unei asociații de profesori decât cu biblioteca unei mânăstiri. Iar Mendel nu reușise să își obțină calificarea ca profesor. Trebuia să se hotărască în ce fel avea să-și petreacă restul vieții: ca profesor ratat, sau ca altceva – dar ce anume? Decizia a fost luată de băiețelul alintat Hansl în copilăria petrecută la țară, și de tânărul agricultor în devenire Johann, nu de fratele Gregor. S-a întors cu gândul la perioada copilăriei, la lucrurile învățate în gospodăria țărănească, care l-au fascinat de când se știa, și anume plantele.

La Viena se aflase sub înrâurirea unuia dintre cei mai redutabili biologi pe care i-a cunoscut vreodată, Franz Unger, care avea o viziune concretă și practică asupra eredității: fără esențe spirituale, fără forțe vitale; doar faptele așa cum sunt. Astfel, Mendel s-a hotărât să-și dedice viața experimentelor practice de biologie aici, în incinta mânăstirii. O mișcare îndrăzneață, tăcută și secretă, îmi închipui, de vreme ce episcopul local nici măcar nu le dădea voie călugărilor să predea biologia.

Mendel și-a început în mod serios experimentele la doi sau trei ani după ce s-a întors de la Viena, cam în jurul anului 1856. În lucrarea sa, mărturisește că cercetările au durat opt ani. Planta care și-a ales-o, extrem de grijuliu, a fost mazărea. A ales să compare șapte caractere: forma seminței, culoarea seminței și așa mai departe, încheindu-și lista cu deosebirea dintre plantele cu tulpină înaltă și cele cu tulpină scurtă. Iar ultimul caracter este cel pe care am ales să-l prezint: deosebirea dintre varietăţile înalte și cele scunde.

Vom efectua experimentul întocmai așa cum l-a făcut Mendel. Începem prin a crea un hibrid din plante cu tulpini înalte și tulpini scurte, alegând plantele-părinte după specificațiile lui Mendel:

> În experimentele dedicate acestui caracter, pentru a fi în stare să discriminăm cu certitudine, axul lung de aproape doi metri a fost întotdeauna încrucișat cu cel scurt care măsoară între 20 şi 40 de centimetri.

Pentru a ne asigura că planta mai scurtă nu se fertilizează singură, o

vom castra. Iar apoi o vom insemina pe cale artificială cu material provenit de la planta mai înaltă.

Procesul de fertilizare își urmează cursul. Tuburile polinice produc ovulele. Nucleii polinici (echivalentul spermei la animale) pătrund în tuburile polinice și ajung la ovule, așa cum se întâmplă cu toate plantele de mazăre fertilizate. Planta face păstăi care, desigur, încă nu își dezvăluie caracterul.

Boabele din păstăi sunt apoi plantate. Dezvoltarea lor este la început imposibil de deosebit de a altor plante obișnuite de mazăre. Dar chiar dacă ele sunt doar prima generație de vlăstare hibride, aspectul lor când vor ajunge la maturitate va reprezenta deja o încercare la care va fi supusă opinia tradițională despre ereditate, împărtășită de botaniștii epocii și de mulți alții după ei. Conform opiniei tradiționale, caracterele plantelor hibride se încadrează între caracterele plantelor-părinte. Vederile împărtășite de Mendel erau radical diferite, și chiar a aproximat o teorie explicativă.

Mendel a intuit că un caracter simplu este guvernat de două particule (pe care le numim astăzi gene). Fiecare părinte contribuie cu câte o asemenea particulă. Dacă cele două particule sau gene sunt diferite, una va fi dominantă și cealaltă recesivă. Încrucișarea tulpinilor înalte de mazăre cu cele scurte este un prim pas în verificarea validității acestei teorii. Și, surpriză, prima generație de hibrizi ajunși la maturitate conține numai plante înalte. În limbajul geneticii moderne, caracterul înalt este dominant în raport cu caracterul scurt. Nu este adevărat că hibrizii au, în medie, înălțimea părinților; toți hibrizii sunt plante înalte.

Urmează cel de-al doilea pas: vom crea cea de-a doua generație, așa cum a făcut și Mendel. Vom fertiliza hibrizii, de această dată cu propriul lor polen. Lăsăm să crească păstăile, plantăm semințele și obținem a doua generație. Plantele rezultate nu sunt toate la fel, generația de hibrizi nefiind uniformă; există o majoritate de plante înalte, dar și o însemnată minoritate de plante scunde. Fracțiunea din totalul plantelor

formată din plante scurte ar trebui să se poată calcula pe baza aproximărilor lui Mendel cu privire la ereditate; astfel, dacă a avut dreptate, fiecare hibrid din prima generație a fost purtătorul unei gene dominante și al uneia recesive. Așadar, în cazul unei împreunări din patru între hibrizi de primă generație, se întâlnesc două gene recesive și, drept rezultat, una din patru plante trebuie să fie scundă. Și chiar așa se întâmplă: în cea de-a doua generație, una din patru plante este scundă, iar celelalte trei sunt înalte. Avem aici faimosul raport de unu din patru sau unu la trei, care este astăzi asociat de toată lumea cu numele lui Mendel – și pe bună dreptate. După cum consemnează chiar Mendel:

> Dintr-un total de 1604 plante, în 787 de cazuri tulpina a fost lungă, iar în 177 de cazuri a fost scurtă. De aici rezultă un raport reciproc de 2,84 la 1. [...] Dacă punem acum laolaltă rezultatele tuturor experimentelor, vom descoperi că între numărul de forme cu caractere dominante și caractere recesive există un raport mediu de 2,98 la 1 sau de 3 la 1.

> Acum este limpede că hibrizii formează semințe care posedă fie un caracter de diferențiere, fie pe celălalt, din cele două, iar dintre acestea jumătate se dezvoltă ca formă hibridă, în timp ce jumătatea cealaltă produce plante care rămân constante și primesc în număr egal caracterele dominante și [respectiv] recesive.

În 1866, Mendel și-a publicat rezultatele cercetărilor în *Revista Societății de Istorie Naturală din Brno*, articolul căzând aproape instantaneu în uitare. Nimeni nu a arătat nici cel mai mic interes. Nimeni nu i-a înțeles munca științifică. Chiar și când i-a scris unei figuri distinse, dar oarecum mărginite, din domeniu, Karl Nägeli, s-a văzut limpede că acestuia îi lipseau cu desăvârșire noțiunile legate de descoperirile lui Mendel. Desigur, dacă Mendel ar fi fost un om de ştiinţă profesionist, ar fi întreprins demersuri să-și popularizeze rezultatele, sau cel puțin să își publice lucrarea pentru un public mai larg în Franța sau Marea Britanie, într-o revistă citită de botaniști și biologi. A încercat, ce-i drept, să intre în contact cu oamenii de ştiinţă din străinătate trimițându-le reeditări ale lucrării

sale, dar un articol obscur într-o revistă necunoscută nu putea spera la prea mult. Totuși, chiar în această perioadă, în 1868, la doi ani de la publicarea lucrării, lui Mendel i s-a întâmplat un lucru cu totul și cu totul neașteptat. A fost ales abate al mânăstirii sale. Și pentru restul vieţii sale și-a îndeplinit atribuțiile cu un zel lăudabil, și cu o urmă de pedantism nevrotic.

I-a mărturisit lui Nägli că spera să își continue experimentele reproductive. Dar singurele creaturi pe care Mendel le mai putea înmulți acum erau albinele – întotdeauna fusese nerăbdător să își extindă cercetările de la plante la animale. Desigur, fiind vorba de Mendel, destinul i-a rezervat acel amestec uzual de noroc intelectual nemaipomenit și teribil ghinion practic. A reușit să obțină o varietate hibridă de albine a căror miere era excelentă; dar, din păcate, acestea erau atât de feroce încât înțepau pe oricine chiar la câteva mile depărtare, și au trebuit să fie distruse.

Mendel pare să fi fost mai bine pregătit în privința evidenței fiscale a taxelor datorate de mânăstire decât

în materie de conducere a treburilor duhovnicești. Și există indicii că era privit de poliția secretă a Împăratului drept o persoană care nu prezintă încredere. Într-adevăr, în spatele chipului blând al abatelui Mendel se adăposteau o sumedenie de gânduri tainice.

Enigma personalității lui Mendel este una intelectuală. Nimeni nu ar fi putut concepe acele experimente dacă nu ar fi avut conturate clar în minte răspunsurile pe care urma să le primească. Este cu adevărat o întorsătură ciudată de lucruri și ar trebui să v-o prezint în detaliu.

Mai întâi, o chestiune practică. La momentul respectiv, Mendel a ales pentru testare șapte diferențe între plantele de mazăre, cum ar fi varietăţile înalte faţă de cele scurte și așa mai departe. Într-adevăr, mazărea posedă șapte perechi de cromozomi, așa că se pot testa științific șapte caractere diferite ținând de șapte cromozomi diferiți. Dar șapte este numărul cel mai mare care ar fi putut fi ales. Nu s-ar putea verifica opt caractere diferite fără a avea două gene care țin de același

cromozom, fiind astfel cel puțin parțial legate între ele. Pe atunci, nimeni nu avea habar ce sunt genele, și nici nu se auzise vreodată de înlănțuire genetică. În vremea în care Mendel lucra efectiv la articolul său științific, nimeni nu auzise vreodată de cromozomi.

Cu siguranță, îți poate fi sortit să ajungi abatele unei mânăstiri, poți fi ales de însuși Dumnezeu, dar nu este cu putință să ai *atât* de mult noroc. Mendel trebuie să fi efectuat o mulțime de observații și experimente înainte să se apuce efectiv de treabă, ca să înțeleagă în profunzime problema și să se convingă că numărul de șapte calități sau caractere este tot ce poate folosi în cercetarea sa. Întrevedem aici uriașul aisberg al minții omenești: lucrarea sa şi ceea ce a realizat plutesc la suprafață, în vreme ce dedesubt, scufundată, e fața nevăzută, tainică a lui Mendel. Se poate observa acest lucru pe fiecare pagină a manuscrisului – simbolismul algebric, statistica, claritatea expunerii; toată lucrarea este redactată în limbajul geneticii moderne, așa cum se practică în zilele noastre, dar a fost

scrisă acum mai bine de o sută de ani de către un necunoscut.

A fost scrisă de un necunoscut care a fost călăuzit de o inspirație salutară: faptul că separarea caracterelor este absolută. Mendel a venit cu acest concept într-o epocă în care pentru biologi era axiomatic că încrucișarea produce urmași ale căror caractere sunt intermediare în raport cu cele ale părinților. Cu greu am putea presupune că nu au apărut niciodată caractere recesive; putem în schimb specula că, de fiecare dată când crescătorii observau un caracter recesiv într-un hibrid, îl îndepărtau deoarece erau convinși că ereditatea funcționează prin reprezentare echilibrată a eredităţii.

De unde a luat Mendel modelul unei eredități de tip *totul sau nimic*? Cred că știu răspunsul la această întrebare, dar desigur, neputând intra în mintea lui, voi specula din nou. În natură există un model (și a existat din timpuri imemoriale), care este atât de vădit, încât se prea poate ca nici un om de ştiinţă să nu se gândească la el, dar la care un copil sau un călugăr s-ar putea gândi. Acest model este sexul. Animalele continuă

să se împerecheze de milioane de ani, iar masculii și femelele din aceeași specie nu dau naștere unor monștri sau unor indivizi hermafrodiți: ei produc fie un mascul, fie o femelă. Bărbații și femeile se împreunează de circa un milion de ani, cel puțin; și care este rezultatul împreunării lor? Fie bărbați, fie femei. Mendel trebuie să se fi gândit la un asemenea model simplu și viguros, al unei eredități de tip *totul sau nimic* prin care se transmit caracterele diferite, așa că experimentele și conceptul au fost alcătuite de la bun început, și făcute să se potrivească între ele.

Călugării, cred, au avut cunoștință de activitatea lui Mendel. Și cred că nu erau foarte încântați de această activitate. Cred că nici episcopul, care murmura împotriva hibridizării plantelor de mazăre, nu era foarte încântat. Nimănui nu îi plăcea deloc interesul lui Mendel față de noua biologie – așa cum se găsea în opera lui Darwin, de pildă, pe care Mendel a citit-o și de care a fost impresionat. Desigur, colegii săi cehi revoluționari pe care îi adăpostea adesea în mânăstire, au fost atașați de el până la sfârșit. Când Mendel a murit în

1884, la doar 62 de ani, marele compozitor ceh Leoš Janáček a cântat la orgă la funeraliile lui. Dar călugării și-au ales un nou abate, iar acesta a pus să se ardă toate hârtiile lui Mendel păstrate în mânăstire.

Epocalul experiment al lui Mendel a căzut în uitare vreme de mai bine de 30 de ani, fiind readus la viață (de mai mulți oameni de ştiinţă, în mod independent) în 1900. Astfel încât descoperirile lui țin cu adevărat de secolul XX, când studiul geneticii ia subit avânt pornind de la ele.

Să începem cu începutul. Viața a existat fără întrerupere pe Pământ de mai bine de trei miliarde de ani, dacă nu mai mult. Mai bine de două treimi din această perioadă de timp, organismele s-au reprodus prin diviziune celulară. De regulă, diviziunea produce urmași identici, iar formele noi apar rar, prin mutații. Așadar, în toată această perioadă evoluția a avut loc teribil de lent. Primele organisme care s-au reprodus pe cale sexuală au fost, după toate probabilitățile, înrudite cu algele verzi. Acest lucru s-a întâmplat acum mai puțin de un miliard de ani.

Din acest punct începe reproducerea sexuală, mai întâi la plante, iar mai apoi la animale. Succesul ei a făcut-o să devină în timp norma biologică, încât, de pildă, considerăm că două specii sunt diferite dacă membrii lor nu se pot împerechea între ei.

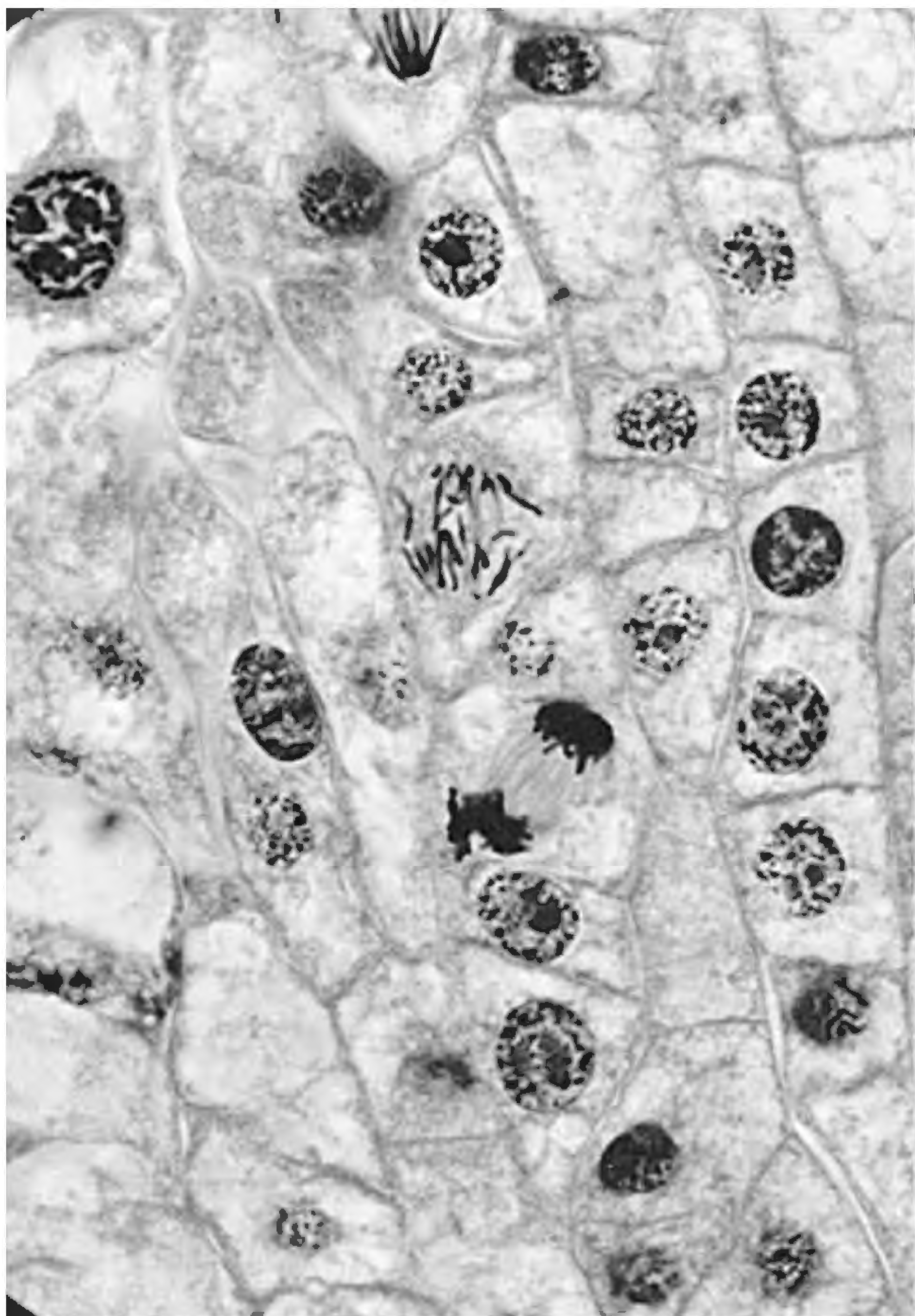
Sexul produce diversitate, iar diversitatea este propulsorul evoluției. Accelerarea în evoluție este responsabilă pentru existența în prezent a unei varietăți uluitoare de forme, culori și comportamente la nivelul speciilor. Aceeași accelerare este răspunzătoare și pentru proliferarea diferențelor individuale în interiorul speciilor. Toate acestea au devenit posibile ca urmare a apariției celor două sexe. Într-adevăr, răspândirea sexului la nivelul lumii biologice este ea însăși o dovadă că speciile se adaptează la mediu prin selecție. Altfel sexul nu ar fi necesar, dacă membrii unei specii ar putea moșteni transformările dobândite prin care indivizii se adaptează la mediu. La sfârșitul secolului al XVIII-lea, Lamarck a propus această formă naivă și, ca să spunem așa, solitară de ereditate; dar dacă ea ar exista cu adevărat, ar putea fi mai bine

transmisă prin intermediul diviziunii celulare.

Doi este numărul magic. De aceea selecția sexuală și ritualul de curtare sunt atât de evoluate în cadrul diferitelor specii, cum ar fi, de pildă, exemplul spectaculos al păunului. De aceea comportamentul sexual este atât de precis adaptat la mediul în care trăieşte animalul. Dacă grunionii s-ar fi putut adapta fără ajutorul selecției naturale, nu și-ar mai da osteneala să danseze pe plajele Californiei pentru a corela perioada de incubație cu fazele Lunii. Pentru ele și pentru toate celelalte animale care necesită adaptare, sexul nu ar mai fi necesar. Iar sexul este el însuși un mod de selecție naturală a celui mai bine adaptat. Cerbii nu se luptă ca să se ucidă, ci ca să stabilească cine are dreptul de a alege femela. Multitudinea de forme, culori și în rândul indivizilor și speciilor este produsă de o cuplare a genelor, după cum a intuit Mendel. Din punct de vedere mecanic, genele sunt înșiruite pe cromozomi, care devin vizibili doar atunci când celula se divide. Dar întrebarea nu vizează modul în care sunt aranjate genele; întrebarea

modernă este: Cum acționează ele? Genele sunt alcătuite din acizi nucleici. *Acolo*, la nivelul lor, are loc adevărata acțiune.

Modul în care mesajul eredității se transmite de la o generație la alta a fost descoperit în 1953 și reprezintă povestea aventurii științei în secolul XX. Presupun că momentul dramatic s-a produs în toamna anului 1951, când un tânăr de doar 23 de ani, James Watson, a venit la Cambridge, făcând echipă cu un cercetător de 35 de ani, Francis Crick, pentru a descifra structura acidului dezoxiribonucleic, pe scurt ADN. ADN-ul este un acid nucleic, adică un acid situat în partea centrală a celulei, iar în ultimii zece ani s-a aflat că acizii nucleici sunt purtătorii mesajelor chimice ale eredității de la o generație la alta. Cercetătorii de la Cambridge, ca și cei de la îndepărtatele laboratoare din California, se confruntau cu două întrebări esențiale: Care este structura chimică a ADN-ului? Și care este arhitectura sa?



37. Genele sunt înșiruite pe cromozomi, care devin vizibili doar atunci când celula se divide.
Cromozomi de mari dimensiuni în *celulele foiței de ceapă*

Care este structura chimică? Cu alte cuvinte, care sunt părțile ce alcătuiesc ADN-ul și se pot amesteca pentru a obține diferite forme ale acestuia?

Aceste lucruri se cunoșteau destul de bine. Era clar că ADN-ul este alcătuit din zaharuri și fosfați (din rațiuni structurale, aceste elemente trebuiau să intre în componența sa) și patru mici molecule specifice sau baze. Două dintre ele, timina și citozina, sunt molecule foarte mici, în interiorul cărora atomii de carbon, azot, oxigen și hidrogen sunt dispuși în formă de hexagon. Iar celelalte două, guanina și adenina, sunt oarecum mai mari, atomii fiecăreia fiind aranjați sub forma unui hexagon împreunat cu un pentagon. În lucrările structurale, există obiceiul de a reprezenta fiecare dintre bazele mai mici doar printr-un hexagon, iar bazele mai mari printr-o figură de dimensiuni mai mari, pentru a atrage atenția mai degrabă asupra formelor decât a atomilor individuali.

Și care este arhitectura? Cu alte cuvinte, care este dispunerea bazelor ce îi conferă ADN-ului abilitatea de a exprima mai multe mesaje genetice? Aşa cum o clădire nu este o movilă de pietre, tot aşa nici molecula de ADN nu este o movilă de baze. Ce anume îi conferă structura și, ca atare, funcția?

Era limpede la momentul respectiv că molecula de ADN este un lanț alungit, ci mai degrabă unul rigid: un soi de cristal organic. Și părea probabil că este de forma unui elicoid (sau spirală). Dar câte elicoide paralele existau? Una, două, trei, patru? Părerile erau împărțite între două tabere: tabăra celor care propuneau o structură dublu elicoidală și tabăra celor care sugerau o structură triplu elicoidală. Iar apoi, la sfârșitul anului 1952, geniul chimiei structurale, Linus Pauling din California, a propus un model triplu elicoidal. Coloana centrală formată din zaharuri și fosfați străbătea mijlocul structurii, în vreme ce bazele ieșeau proeminent în afară în toate direcțiile. Lucrarea lui Pauling a ajuns la Cambridge în februarie 1953, iar lui Crick și Watson le-a fost clar de la bun început că era ceva în neregulă cu aceasta.

Poate dintr-un simplu sentiment de ușurare, sau poate dintr-un gest de îndărătnicie malițioasă, Jim Watson s-a hotărât pe loc că va da întâietate structurii dublu elicoidale. După o vizită la Londra, mărturisește el,

> pe când mă întorceam la colegiu după o plimbare cu bicicleta, odată intrat pe

poarta din spate, mă hotărâsem deja că voi construi un model dublu înlănțuit. Francis n-avea cum să nu fie de acord. Deși era fizician, știa că structurile biologice importante vin în perechi.

În plus, el și cu Crick au început să caute o structură a cărei coloană centrală șerpuia prin exterior: ca un fel de scară în spirală, cu zaharurile și fosfații susținând-o aidoma unor balustrade. Au urmat experimente chinuitoare cu modele decupate, pentru a urmări felul în care bazele aveau să se potrivească, precum niște trepte, în modelul de scară elicoidală. Iar apoi, după o gravă eroare, totul s-a limpezit brusc.

M-am uitat în sus, am văzut că nu era Francis, și am început să așez bazele în alte feluri, obținând alte posibilități de împerechere. Deodată, am fost conștient că o pereche bazică de adenină-timină menținută de două legături de hidrogen era identică din punctul de vedere al formei cu o pereche de guanină-citozină.

Desigur, pe fiecare treaptă a scării trebuie să se afle o bază mică și una mare. Dar nu orice fel de bază mare.

Timina trebuie să se potrivească cu adenina, iar dacă este citozină, ea trebuie să se potrivească cu guanina. Bazele compun structura în perechi, dintre care una o determină pe cealaltă.

Astfel, modelul unei molecule de ADN este cel al unei scări în spirală. Este o spirală pe dreapta, ale cărei trepte sunt de mărime egală, la o distanță egală una față de alta, și au același raport de rotație: 36 de grade între treptele succesive. Iar dacă citozina se află la un capăt al unei trepte, guanina se va afla la celălalt capăt; și tot astfel și în cazul celeilalte perechi bazice. De unde rezultă că fiecare jumătate a spiralei poartă mesajul complet, astfel că, dintr-un anumit punct de vedere, cealaltă jumătate este redundantă.

Să construim o moleculă de ADN pe computer. Din punct de vedere schematic, avem de-a face cu o pereche de baze; liniile punctate dintre capete sunt legăturile de hidrogen care mențin cele două baze laolaltă. O vom așeza cu fața spre noi, poziție din care vom începe să o construim în trepte succesive. Iar apoi vom începe să o construim

treaptă cu treaptă de la capătul de jos al părții ei stângi, așa cum apare în imaginea de pe computer; în acest mod vom construi întreaga moleculă de ADN, literalmente treaptă cu treaptă.

Urmează o a doua pereche de baze; ar putea fi de același tip ca și prima, sau de fel opus; ar putea fi orientată cu oricare dintre fețe spre noi. Construim o treaptă deasupra primei perechi și o răsucim cu 36 de grade. După care vine a treia pereche, cu care procedăm la fel. Și așa mai departe.

Aceste trepte ale scării de ADN reprezintă un cod care îi va spune celulei pas cu pas cum să genereze proteinele necesare vieții. Gena prinde contur vizibil sub ochii noștri, iar „balustradele“ de zaharuri și fosfați mențin scara în spirală rigidă pe ambele părți. Molecula spiralată de ADN este o genă, o genă în acțiune, iar treptele ei sunt pașii după care acționează.

Pe 2 aprilie 1953, James Watson și Francis Crick au trimis revistei *Nature* articolul care explica structura moleculei de ADN, la care lucraseră doar 18 luni. În cuvintele

lui Jacques Monod, membru al Institutului Pasteur din Paris și al Institutului Salk din California:

> Invarianta biologică fundamentală este ADN-ul. Motiv pentru care, cele mai importante descoperiri făcute vreodată în biologie sunt indubitabil definirea de către Mendel a genei drept purtător invariabil al trăsăturilor ereditare, identificarea ei chimică de către Avery (confirmată de Hershey) și elucidarea de către Watson și Crick a bazei structurale a invarianței sale în reproducere. La care trebuie, desigur, să adăugăm teoria selecției naturale, a cărei certitudine și semnificație deplină au fost fundamentate doar de aceste descoperiri ulterioare.

Modelul ADN-ului se pretează în mod clar la procesul de reproducere, care este fundamental pentru viață încă înainte de apariția sexului. Când o celulă se divide, cele două spirale de ADN se despart. Fiecare bază se atașează de partea opusă a celuilalt membru al perechii de care aparține. Acesta este elementul de redundanță al elicoidului dublu: deoarece fiecare jumătate poartă întregul mesaj sau set de instrucțiuni genetice, atunci

când o celulă se divide, este reprodusă aceeași genă. Cifra magică doi de aici reprezintă mijlocul prin care o celulă îşi transmite identitatea genetică atunci când se divide.

Spirala de ADN nu este un monument. Ea reprezintă un set de instrucțiuni, un imbold viu care îi dictează celulei felul în care se desfășoară pas cu pas procesele vieții. Viața urmează un orar, iar treptele spiralei de ADN codifică și semnalizează ordinea de desfășurare a acestui orar. Mecanismul celular decodează aceste trepte în ordine, una după alta. O secvență de trei trepte îi semnalează celulei că trebuie să formeze un aminoacid. Deoarece aminoacizii sunt formați în ordine, ei se aliniază și se așază în celule sub formă de proteine. Iar proteinele sunt elementele ce stau la baza vieții celulare.

Fiecare celulă din corp poartă cu sine potențialul complet de a da naștere întregului animal, cu excepția spermatozoidului și a ovulului. Spermatozoidul și ovulul sunt incomplete și sunt, în esență, jumătăți de celule: ele sunt purtătoarele a jumătate din numărul total de gene.

Apoi, când ovulul este fertilizat de spermatozoid, genele din fiecare se dispun în perechi, așa cum a anticipat Mendel, iar totalul instrucțiunilor se regrupează. Ovulul fertilizat devine astfel o celulă completă și reprezintă modelul fiecărei celule din corp. Fiecare celulă se formează prin diviziunea ovulului fertilizat și este astfel identică cu el în ceea ce privește alcătuirea sa genetică. Asemenea embrionului unui pui de găină, animalul poartă cu sine întreaga viață moștenirea ovulului fertilizat.

Pe măsură ce embrionul se dezvoltă, celula începe să se diferențieze. De-a lungul unei linii rudimentare se constituie începuturile sistemului nervos. Grupări de celule de o parte și de cealaltă a acestei linii vor da naștere coloanei vertebrale. Celulele încep să se specializeze: celule nervoase, celule musculare, țesut conjunctiv (ligamentele și tendoanele), celule sangvine, vase de sânge. Celulele se specializează deoarece au acceptat instrucțiunile ADN-ului de a produce proteinele adecvate pentru funcționarea celulelor respective, și

nu a altora. Astfel se manifestă ADN-ul în acțiune.

Bebelușul este un individ autonom încă de la naștere. Împerecherea genelor provenite de la ambii părinți au agitat apele diversităţii. Copilul moștenește înzestrări de la ambii părinți, iar șansa a făcut ca aceste înzestrări să se combine într-un aranjament nou și original. Copilul nu este un prizonier al eredității; în calitate de nouă creatură, el își asumă propria ereditate, care se va dezvălui prin acțiunile lui viitoare.

Copilul este un individ. Albina nu este, deoarece trântorul este un exemplar dintr-o serie de copii identice. În orice stup, regina este singura femelă fertilă. Când se împreunează cu un trântor în zbor, ea continuă să trăiască stocând spermatozoizii trântorului, iar acesta moare. Dacă regina eliberează un spermatozoid împreună cu un ovul proaspăt, ea dă naștere unei albine lucrătoare: o femelă. Dacă depune un ovul, dar nu eliberează nici un spermatozoid odată cu el, se naște un trântor – un mascul, într-un soi de naștere virgină. Stupul este un paradis totalitar, pentru vecie loial,

pentru vecie încremenit, deoarece s-a rupt de aventura diversității care determină viața și schimbările animalelor superioare și ale omului.

Un univers tot atât de rigid ca al albinelor ar putea fi creat în rândul animalelor superioare, ba chiar și printre oameni, prin clonare: adică prin dezvoltarea unei colonii sau clonarea de animale identice din celule provenite de la un singur părinte. Pentru început, să luăm ca exemplu o populație mixtă de amfibieni, axoloții. Să presupunem că ne fixăm asupra unui singur tip, axolotul pătat. Luăm câteva ovule de la o femelă pătată și dezvoltăm un embrion predestinat să fie și el pătat. Mai departe, extragem din embrion un număr de celule. Indiferent din ce parte a embrionului le-am extrage, ele sunt identice sub aspectul alcătuirii genetice, și fiecare celulă este capabilă să dea naștere unui animal întreg: procedura noastră va demonstra acest lucru.

Vom creşte animale identice, câte unul din fiecare celulă. Avem nevoie de un purtător în care să dezvoltăm celulele: o femelă axolot pe post de purtător e suficient – poate fi și de

culoare albă. Luăm ovule nefertilizate de la purtător și distrugem nucleul fiecărui ovul. Inserăm în loc una dintre celulele unice identice ale părintelui pătat al clonei. Din aceste ovule vor crește axoloți pătați.

Clonele ovulelor identice obținute astfel sunt crescute în același interval de timp. Fiecare ovul se divide în același moment – se divide o dată, de două ori, și continuă să se dividă. Acest lucru este firesc: exact așa se întâmplă cu fiecare ovul. În următoarea etapă, diviziunea celulelor unice nu mai este vizibilă. Fiecare ovul s-a transformat într-un soi de minge de tenis, și începe să se întoarcă pe dos – sau, într-o formulare mai literală, să se întoarcă spre înăuntru. Și totuși, toate ovulele sunt în sincron. Fiecare ovul se desfășoară pentru a da naștere animalului, mereu în sincron: o lume organizată aproape militărește, în care unitățile respectă fiecare comandă în mod identic și în momente identice, cu excepția (după cum vedem) unui singur embrion care nu se dezvoltă corect și rămâne în urmă. În cele din urmă, obținem clone de axoloți individuali, fiecare

dintre ei fiind o copie identică a părintelui, și fiecare dintre ei rezultând în urma unei nașteri virgine, la fel ca trântorul din stup.

Ar trebui să clonăm ființe umane – cópii ale unei mame frumoase sau ale unui tată inteligent? Desigur că nu. După părerea mea, suflul vieții stă în diversitate, pe care nu trebuie s-o abandonăm pentru un capriciu trecător care ne-ar putea aprinde imaginația – fie și un capriciu genetic. Clonarea reprezintă stabilizarea unei singure forme, iar acest lucru este contrar întregului demers al creației – al creației umane, mai presus de toate. Evoluția se fundamentează pe varietate și creează diversitate; iar dintre toate animalele, omul este cel mai creativ deoarece poartă în el și exprimă cea mai vastă rezervă de varietate. Orice tentativă de a ne uniformiza din punct de vedere biologic, emoțional sau intelectual este o veritabilă trădare a impulsului evoluționist care a făcut din om cea mai înaltă culme a sa.

Totuși este straniu că miturile creației în culturile umane par să tânjească după o clonă ancestrală. Se constată o ciudată reprimare a

sexului în străvechile povești originare. Eva este clonată din coasta lui Adam, și există o preferință pentru nașterea virgină.

Din fericire, nu am rămas sclavii reproducerii unor cópii identice. La specia umană, sexul este extrem de avansat. Femela este receptivă permanent, are sâni permanenți și ia în mod activ parte la selecția sexuală. Mărul Evei, am putea spune, fertilizează omenirea; sau cel puțin îi stimulează preocuparea imemorială pentru sex.

Este evident că sexul are un caracter foarte special pentru ființele umane. Este vorba de un caracter biologic special. Să luăm, de pildă, un singur criteriu simplu și practic: omul este singura specie a cărei femelă are parte de orgasm. Este un lucru remarcabil și perfect real. Este o dovadă a faptului că, în general, există mult mai puține diferențe între bărbați și femei (din punct de vedere biologic și al comportamentului sexual) decât în cazul altor specii. O asemenea afirmație poate părea ciudată. Dar în cazul gorilelor și al cimpanzeilor, unde există diferențe enorme între mascul și femelă,

această afirmație ar ține de domeniul evidenței. În limbajul biologiei, dimorfismul sexual este redus în cazul speciei umane.

Cam atât despre biologie. Însă există un punct pe linia de demarcație între biologie și cultură care, în opinia mea, marchează foarte pronunțat simetria comportamentului sexual. Este un fapt mai mult decât evident. Specia umană este singura ai cărei parteneri copulează față în față, lucru universal valabil în toate culturile. După mine, acest lucru este expresia unei egalități generale care, cred, a fost importantă în evoluția omului încă din vremea lui *Australopithecus* și a primilor oameni făuritori de unelte.

De ce spun asta? Ei bine, trebuie să lămurim unele lucruri. Trebuie să explicăm viteza evoluției umane în decurs de un milion, trei, să spunem cel mult 5 milioane de ani. Este cu adevărat o evoluție incredibil de rapidă. Selecția naturală pur și simplu nu operează astfel la nivelul speciilor animale. Noi, hominizii, trebuie să ne fi asigurat o formă proprie de selecție; iar alegerea evidentă o reprezintă selecția sexuală. Există în prezent

dovezi că femeile se căsătoresc cu bărbați cu care se potrivesc din punct de vedere intelectual, iar bărbații procedează la fel. Iar dacă această preferință s-a manifestat încă de acum câteva milioane de ani, înseamnă că selecția bazată pe abilități a fost întotdeauna importantă pentru ambele sexe.



38. Eva este clonată din coasta lui Adam. *„Crearea Evei“ de Andrea Pisano*

Cred că de îndată ce strămoșii omului au început să arate

îndemânare în confecționarea de unelte și inteligenţă în proiectarea lor, cei îndemânatici și cei inteligenți s-au bucurat de un avantaj selectiv. Ei au fost astfel capabili să aibă mai mulţi parteneri, să procreeze și să hrănească mai mulți copii decât ceilalți. Dacă speculațiile mele în această privință sunt corecte, atunci se explică de ce îndemânaticii și inteligenții au fost capabili să domine evoluția biologică a omului și să o facă să avanseze atât de rapid. De asemenea, ne arată că și în evoluția lui biologică, omul a fost impulsionat și ghidat de un talent cultural, de abilitatea de a confecționa unelte și de a elabora planuri care să implice comunitatea. Acest fapt încă se exprimă prin grija avută de rudenii și de comunitate față de aranjamentul numit, în mod grăitor, o „pereche potrivită“.



39. Sexul a fost inventat ca instrument biologic de alge.
Celulă de algă verde, Spirogyra, în timpul procesului de fuziune. Strămoșii acestei

specii au produs primele dovezi de fuzionare celulară pentru crearea de ovule fertile.

Desigur, dacă alegerea unei perechi potrivite ar fi fost singurul factor de selecție, atunci omenirea s-ar fi cuvenit să fie mult mai omogenă decât este în realitate. Cum se menține vie varietatea în rândul oamenilor? Avem de-a face aici cu un aspect cultural. În fiecare cultură, există și măsuri speciale menite să asigure această varietate. Cel mai izbitor dintre ele îl reprezintă prohibiția universală a incestului (pentru omul obișnuit – căci nu se aplică în cazul familiilor regale). Prohibiția incestului are sens doar dacă este menită să împiedice masculii mai în vârstă să domine un grup de femele, așa cum se întâmplă (să zicem) în grupurile de primate.

Privesc preocuparea manifestată atât de masculi, cât și de femele față de alegerea partenerului drept un ecou al forței de selecție principale prin care am evoluat ca specie. Toate manifestările de tandrețe, amânarea mariajului, pregătirile și preliminariile care se regăsesc în

toate culturile, sunt toate expresia ponderii însemnate pe care o acordăm calităţilor ascunse ale unui partener. Trăsăturile universale care să se regăsească în toate culturile sunt rare și grăitoare. Specia umană este o specie culturală, iar eu sunt de părere că atenția noastră unică față de alegerea sexuală a ajutat la modelarea speciei.

În mare majoritate, literatura și arta universală sunt preocupate de tema unui băiat care întâlnește o fată. Tindem să credem că aceasta reprezintă o preocupare sexuală care nu necesită explicații. Cred că este o greşeală să credem astfel. Dimpotrivă, avem de-a face cu o expresie mai profundă a grijii neobișnuite pe care o acordăm alegerii noastre, nu față de persoanele cu care ajungem în pat, ci cu care urmează să dăm naștere la urmași. Sexul a fost inventat ca instrument biologic (se spune) de către algele verzi. Dar ca instrument în ascensiunea omului, cu o importanță covârșitoare în evoluția lui culturală, a fost inventat de specia umană.

Iubirea spirituală și cea carnală sunt inseparabile. O poezie de John

Donne ne spune acest lucru; poetul a intitulat-o *The Extasie* (*Extazul*), și voi cita aici opt versuri din cele aproape optzeci:

O zi am stat așa, iar între noi
N-au fluturat, cât a fost zi, cuvinte.

Dar vai! de ce uitarăm amândoi
De trupurile noastre, în tăcere?

Acest extaz (ziceam) ne-a arătat
Tot ce iubim, ne-a scos din neștiință;

Taina iubirii-n suflete dă rod,
Dar totuși trupu-i poartă marea carte.[26]

26. Trad. rom. de Ştefan Aug. Doinaş, în *Atlas de sunete fundamentale*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1988 (n. tr.).

Capitolul 13
COPILĂRIA ÎNDELUNGATĂ

Încep acest ultim eseu în Islanda, deoarece aici este locul celei mai vechi democrații din Europa de Nord. În amfiteatrul natural de la Thingvellir, în care nu au existat niciodată construcții, întreaga comunitate scandinavă se întâlnea în fiecare an pentru a propune și pentru a primi legi noi. Acest ritual social a început în jurul anului 900 d.Hr., înainte de sosirea creștinismului, pe când China era un mare imperiu, iar Europa se afla la cheremul prinţilor și baronilor. Aici s-a înregistrat un remarcabil început al democrației.

Însă acest loc cețos și aspru este remarcabil din încă un punct de vedere. A fost ales ca loc de întâlnire pentru că fermierul care îl avea în proprietate a ucis nu un alt fermier, ci un sclav, motiv pentru care a fost proscris. Rareori a fost justiția atât de imparțială în culturile care exploatau

sclavia. Și totuși justiția este o trăsătură universală a tuturor culturilor. Este un soi de mers pe sârmă al omului între dorința de a-și îndeplini năzuințele și recunoașterea responsabilității sociale ce îi revine. Nici un animal nu se confruntă cu această dilemă: un animal este fie social, fie solitar. Doar omul aspiră să fie ambele lucruri: un solitar social. Iar pentru mine această aspirație este o caracteristică biologică unică. Este genul de problemă care mă atrage în cercetarea specificității umane și pe care vreau să o discut.

Este întru câtva șocant să ne gândim că justiția face parte din echipamentul biologic al omului. Și totuși este exact genul de idee care m-a făcut să renunț la fizică pentru biologie și care m-a învățat în tot acest timp că viața și căminul unui om sunt locuri propice în care se poate studia unicitatea umană.

Este firesc ca biologia să fie concepută inițial într-un mod diferit, adică să fie dominată de ideea asemănării dintre om și animale. Înainte de anul 200 d.Hr., marele autor clasic al medicinei antice,

Claudius Galen, a studiat, de pildă, antebrațul uman. Cum anume a făcut-o? Prin disecția unui antebraț de magot. De aici trebuie început, prin utilizarea dovezilor furnizate de animale, cu mult înainte ca teoria evoluției să ajungă să justifice analogia. Și până în zilele noastre, minunatele cercetări ale lui Konrad Lorenz asupra comportamentului animal ne fac, în mod firesc, să căutăm asemănări între rațe, tigri și oameni; la fel și lucrările lui B.F. Skinner despre psihologia porumbeilor și șobolanilor. Toate aceste cercetări științifice ne spun ceva despre om. Dar nu ne pot spune totul. Probabil că omul are ceva unic, altfel, în mod clar, rațele – ar ţine prelegeri despre Konrad Lorenz, iar șobolanii ar scrie lucrări despre B.F. Skinner.

Dar să nu ne îndepărtăm prea tare de subiect. Calul și călărețul au multe trăsături anatomice comune. Dar omul este cel care încalecă pe cal, și nu invers. Iar călărețul este un foarte bun exemplu, deoarece omul nu a fost creat pentru călărie. Nu există nici un circuit cerebral care să ne transforme în călăreți de cai. Călăria

este o invenție relativ modernă, veche de mai puțin de cinci milenii. Și totuși a exercitat o influență imensă, de exemplu asupra structurii noastre sociale.



40. Creierul și nou-născutul sunt exact punctele de plecare ale plasticității comportamentului uman.
Schițe ana omice ale fetusului uman executate de Leonardo da Vinci

Plasticitatea comportamentului uman face posibil acest lucru. Această trăsătură ne caracterizează plenar: ea se manifestă în instituțiile noastre sociale, desigur, dar, pentru mine mai cu seamă, prin cărți, deoarece ele sunt produsul permanent al totalității intereselor minții omenești. Cărțile îmi vin în memorie asemenea amintirii părinților mei: Isaac Newton, marea personalitate care domina Societatea Regală la începutul secolului al XVIII-lea, și William Blake care îşi scria *Cântecele inocenței* la sfârșitul secolului al XVIII-lea. Acești doi titani sunt ipostazele aceleiași minți și reprezintă amândoi ceea ce biologia comportamentală numește exemplare specifice pentru specie.

Cum pot explica toate acestea în cuvinte cât mai simple? De curând am scris o carte intitulată *The Identity of Man* (*Identitatea omului*). Nu am apucat să văd coperta ediției în limba engleză înainte ca volumul să iasă de sub tipar. Și totuși artistul a înțeles exact ce se petrece în mintea mea, reproducând pe copertă o schiță a creierului uman împreună cu *Mona Lisa*, suprapuse. Prin alegerea sa, el a demonstrat cele afirmate în carte.

Omul nu este unic doar pentru că se îndeletnicește cu știința și cu arta deopotrivă, ci este unic pentru că știința și arta sunt în egală măsură expresii ale minunatei plasticități a minții sale. Și *Mona Lisa* este un exemplu cât se poate de nimerit, pentru că, la urma urmei, Leonardo da Vinci asta a făcut aproape întreaga viață: a desenat schițe anatomice, așa cum este fătul în pântec ce face parte din Colecția Regală de la Windsor. Iar creierul și nou-născutul sunt exact punctele de plecare ale plasticității comportamentului uman.

Am în posesie un obiect pe care îl păstrez ca pe ceva de preț: mulajul unui craniu de copil în vârstă de două milioane de ani, copilul din Taung. Desigur, nu este un copil umanoid propriu-zis. Și totuși dacă ea – mereu îmi închipui că este vorba de o fată – ar fi trăit suficient de mult, s-ar fi putut număra printre strămoșii mei. Ce deosebește micul ei creier de al meu? În termeni simpli, este vorba de mărime. Creierul ei, dacă ar fi ajuns la vârsta adultă, ar fi cântărit cam jumătate de kilogram. În vreme ce creierul meu, creierul uman mediu

din zilele noastre, cântărește în jur de un kilogram și jumătate.



41. Omul nu este unic doar pentru că se îndeletnicește cu știința și cu arta deopotrivă, ci este unic pentru că știința și arta sunt în egală măsură expresii ale minunatei plasticități a minții sale. *Autorul acasă*, ținând în *mână un mulaj al craniului copilului din Taung. Pe masă se află un exemplar din cartea sa* The Identity of Man. *La Jolla, California, 1973.*

Nu voi vorbi despre structurile neurale, despre transmiterea unilaterală a impulsurilor în țesuturile nervoase, nici chiar despre diferențele dintre creierul vechi și cel nou, deoarece împărtășim aceste caracteristici cu multe animale. Am de gând, în schimb, să vorbesc despre creier ca lucru specific ființei umane.

Prima întrebare pe care ne-o punem este: Reprezintă cumva creierul uman un computer mai eficient, mai complex? Desigur, artiștii în special tind să își imagineze creierul asemenea unui computer. Astfel, în lucrarea *Portretul dr. Bronowski,* Terry Durham include simboluri precum spectrul fizic și computerul, deoarece așa își imaginează un artist creierul unui om de știință. Dar bineînțeles că lucrurile nu stau astfel. Dacă creierul ar fi un computer, atunci ar executa o serie de acțiuni predeterminate într-o succesiune inflexibilă.

Cu titlu de exemplu, să ne gândim la un frumos caz de comportament animal descris de amicul meu Dan Lehrman într-un studiu despre împerecherea porumbeilor sălbatici. Dacă masculul gângurește așa cum

trebuie, dacă se înclină așa cum trebuie, atunci excitația femelei devine paroxistică, secreția de hormoni crește, iar ea va executa o serie de acțiuni printre care se numără și construirea unui cuib perfect. Acțiunile ei sunt exacte în privința ordinii și a detaliilor, și totuși nu sunt învățate în prealabil, fiind deci invariabile; porumbelul sălbatic nu le modifică niciodată. Nimeni nu i-a dat femelei, asemenea unor cărămizi, materialele din care să construiască un cuib. Dar nu ai putea pune un om să construiască ceva dacă același om nu s-ar juca în copilărie cu un set de cuburi. De aici încep toate: Partenonul și Taj Mahalul, domul de la Sultaniyeh și Turnurile Watts, Machu Picchu și Pentagonul.

Omul nu este un computer care urmează secvențe de acțiuni prestabilite la naștere. Dacă omul este o mașină, atunci el este o mașină de învățat, iar procesul de învățare are loc în centri specializați din creier. Astfel, putem observa că, în decursul evoluției, creierul a crescut de două-trei ori în dimensiuni, și nu doar atât. Au crescut în dimensiuni porțiuni

speciale ale creierului: centrul care controlează mișcarea mâinii, de pildă, centrul vorbirii sau centrul care controlează anticiparea și planificarea. O să le discutăm pe rând.

Să luăm în considerare, pentru început, mâna. Evoluția recentă a omului începe, fără îndoială, cu dezvoltarea accelerată a mâinii, și cu selecția în favoarea unui creier specializat cu precădere în manevrarea mâinii. Simțim plăcerea oferită de lucrul cu mâinile, și de aceea, pentru artist, mâna rămâne un simbol major: mâna lui Buddha, de pildă, oferind omului darul umanității cu un gest de calm – darul neînfricării. Dar și pentru savant mâna este caracterizată de un gest unic: degetul mare al omului este opozabil în raport cu celelalte. Da, la fel se întâmplă și în cazul primatelor. Dar degetul mare al omului este perfect opozabil față de arătător, iar acesta este un gest specific uman.

Iar acest gest este posibil deoarece există în creier o zonă specializată atât de mare, încât nu vă pot descrie mărimea ei decât în termenii următori: utilizăm mai multă materie

cenușie pentru manipularea degetului mare decât pentru controlarea mișcărilor pieptului și ale abdomenului.



42. Doar degetul mare al omului este perfect opozabil față de arătător. *Autoportret, Albrecht Dürer*

Îmi aduc aminte, pe când eram proaspăt tătic, cum mă strecuram tiptil până lângă leagănul primei mele fiice, în vârstă doar de câteva zile, minunându-mă: „Ce degețele minunate, fiecare mică articulație

este perfectă, până în vârful unghiilor. Nici într-un milion de ani n-aș fi putut concepe așa ceva!“ Dar desigur, omul și omenirea au avut nevoie de exact un milion de ani până când mâna a direcționat creierul, care la rândul lui a răspuns direcționând mâna până a ajuns treptat la stadiul actual de evoluție. Iar acest lucru se întâmplă într-un loc anume din creier. Întreaga mână este, în esență, monitorizată de o parte a creierului care poate fi localizată aproape de creștetul capului.

Să luăm în considerare acum o zonă a creierului încă și mai specific umană, care nu există la celelalte animale: centrul vorbirii. Acesta este localizat în două părți conectate ale creierului; una dintre ele se află în apropierea centrului auzului, iar cealaltă se găsește mai în față și puțin mai sus, în lobii frontali. Este acest centru predeterminat? Într-un anume sens, da, deoarece dacă nu avem centrii vorbirii intacți nu putem vorbi deloc. Și totuși este vorbirea o acțiune care necesită învățare? Bineînțeles că da. Eu vorbesc englezește, limbă pe care am învățat-o la vârsta de 13 ani;

dar nu aș fi putut vorbi englezește dacă nu aș fi învățat dinainte limbajul articulat. Înțelegeți, cred, că dacă lăsați un copil să crească până la vârsta de 13 ani fără să vorbească vreo limbă, atunci acestuia îi va fi aproape imposibil să mai învețe să vorbească. Eu vorbesc englezește deoarece am învățat polona la vârsta de doi ani. Am uitat toată polona pe care o știam, dar am învățat *limbajul articulat*. Ca și în cazul altor însușiri omenești, și în cel al vorbirii creierul este programat să învețe.

Centrii vorbirii sunt foarte neobișnuiți, dintr-un alt punct de vedere cât se poate de uman. După cum știți, nu există simetrie la nivelul celor două emisfere ale creierului. Dovada acestui fapt ne este familiară în baza observației că, spre deosebire de alte animale, oamenii sunt în mod accentuat dreptaci sau stângaci. Vorbirea este la rândul ei controlată de o jumătate a creierului, dar aceasta este invariabilă. Indiferent că ești dreptaci sau stângaci, centrul vorbirii se află, aproape întotdeauna, în emisfera stângă. Există și excepții, în același mod în care există oameni a căror inimă se află în dreapta, dar

aceste excepții sunt rare: în general, centrii vorbirii se găsesc în jumătatea stângă a creierului. Și ce anume se află în porțiunile corespondente din jumătatea dreaptă? Până la ora actuală, încă nu știm cu exactitate. Nu cunoaștem cu exactitate ce anume se întâmplă în jumătatea dreaptă a creierului în acele zone care sunt destinate vorbirii în jumătatea stângă corespondentă. Dar se pare că aceste zone preiau informația furnizată de ochi – harta unei lumi bidimensionale captate pe retină – și o transformă sau o organizează sub forma unei imagini tridimensionale. Dacă așa stau lucrurile în realitate, atunci sunt de părere că vorbirea este și ea un mod de a organiza lumea în părți componente și de a o recompune aidoma unor imagini în mișcare.

Organizarea experienței este, la rândul ei, o manifestare a previziunii umane, și este situată într-o a treia zonă a specificității umane. Organizarea principală a creierului are loc în lobii frontali și în lobii prefrontali. Eu sunt, ca orice alt om, un erudit și un intelectual, deoarece așa este construit creierul uman. De

cealaltă parte, știm astăzi că craniul din Taung nu este un banal craniu de copil care a murit de curând și pe care l-am confundat cu o fosilă, deoarece prezintă o frunte încă destul de teșită.

Ce anume fac acești doi lobi frontali foarte proeminenți? Cu siguranță, ei pot avea o sumedenie de funcții, printre care se numără și un lucru foarte specific și extrem de important. Ei ne permit să ne gândim la acțiuni viitoare, pentru care așteptăm o recompensă în viitor. Câteva experimente strălucite pe tema răspunsului întârziat au fost efectuate de Walter Hunter în 1910, și detaliate de Jacobsen în anii 1930. Hunter a procedat în felul următor: a luat o recompensă oarecare, a arătat-o unui animal, după care a ascuns-o. Rezultatele obținute pe șobolanii de laborator, animalele preferate pentru asemenea experimente, sunt tipice. Dacă iei un șobolan căruia i-ai arătat în prealabil recompensa și îl lași să o caute imediat, acesta se va îndrepta imediat către recompensa ascunsă. Dar dacă lași același șobolan să aștepte câteva minute, el nu va mai fi în stare să identifice direcția în care

ar trebui să meargă după recompensă.

Desigur, copiii sunt mult diferiți. Hunter a efectuat același tip de experiment cu copii, iar copiii de cinci-șase ani pot fi puși să aștepte cam o jumătate de oră, poate chiar o oră. Odată, subiectul experimentului lui Hunter a fost o fetiță, pe care a încercat s-o amuze pe durata așteptării, vorbind cu ea. În cele din urmă, fetița i-a spus: „Știi, cred că tu doar încerci să mă faci să uit“.

Abilitatea de a planifica acțiuni a căror recompensă este îndepărtată reprezintă o formă elaborată a răspunsului întârziat, iar sociologii o numesc „amânarea gratificației“. Este o înzestrare esențială a creierului uman căreia îi lipseşte un echivalent rudimentar în creierul animal, în afară de cel care este suficient de sofisticat pe scara evoluției, precum în cazul verilor noștri, maimuțele și primatele. Această dezvoltare umană ne dă de înţeles că educaţia noastră timpurie este strâns legată de această facultate a amânării deciziilor. Afirm aici un lucru diferit de ce spun îndeobște sociologii. Suntem obligați să amânăm procesul decizional

pentru a acumula suficiente cunoștințe în vederea pregătirii pentru viitor. Pare, în sine, o afirmație extraordinară. Dar în asta constă copilăria, pubertatea și tinerețea.

Vreau să pun accentul pe amânarea *deciziei* într-un mod cât se poate de dramatic – literalmente dramatic. Care este piesa dramatică de căpătâi a limbii engleze? Este tragedia *Hamlet*. Ce se întâmplă în *Hamlet*? Este o piesă despre un tânăr – un băiețandru – care se confruntă cu prima decizie hotărâtoare a vieții lui. Și este o decizie care îl depășește: să îl ucidă pe asasinul tatălui său. În van îl îmboldește Duhul spunându-i: „Răzbunare, răzbunare“. Este clar că tânărul Hamlet pur și simplu nu este încă suficient de matur. Intelectual și emoțional, el nu este pregătit pentru fapta care i se solicită să o comită. Și întreaga piesă este o nesfârșită amânare a deciziei, pe fundalul unei chinuitoare lupte cu sine a protagonistului.

Punctul culminant se produce la mijlocul actului al III-lea. Hamlet îl vede pe rege îngenuncheat în rugăciune. Indicațiile scenice sunt

atât de nesigure, încât protagonistul aproape că îl poate auzi pe rege mărturisindu-și crima în timpul rugăciunii. Și ce spune Hamlet? „Acum ar fi s-o fac.“ Dar nu face nimic; pur și simplu, băiețandrul din el nu este pregătit pentru o acțiune de asemenea amploare. Și astfel, la sfârșitul piesei, Hamlet este omorât. Dar tragedia nu este moartea propriu-zisă a lui Hamlet, ci faptul că el moare exact când este pe punctul de a deveni un mare rege.

Pentru fiecare om, înainte de a fi un instrument de acțiune, creierul trebuie să fie un instrument al pregătirii. Acesteia îi sunt dedicate zone cerebrale specifice: de exemplu, lobii frontali trebuie să fie intacți. Însă, la un nivel mult mai profund, totul depinde de îndelungata pregătire desfășurată în copilăria umană.

În termeni științifici, oamenii sunt o expresie a neoteniei; adică, ieșim din pântecul matern încă în stare embrionară. Și poate tocmai de aceea civilizația noastră, civilizația noastră științifică, adoră de-a dreptul simbolul copilului, încă din Renaștere: pruncul Iisus pictat de

Rafael și descris de Pascal; Mozart și Gauss în copilărie; copiii din scrierile lui Rousseau și Dickens. Niciodată nu mi-a trecut prin cap că alte civilizații sunt diferite, până când nu am navigat la sud de unde mă aflu în California, cam la 6.400 de kilometri distanță, până în Insula Paștelui. Ajuns aici, am fost șocat de diferențele istorice.

Există perioade în care câte un vizionar născocește o nouă utopie: Platon, Sir Thomas More, H.G. Wells. Și ideea presupune întotdeauna că imaginea eroică va supraviețui, cum a afirmat Hitler, o mie de ani. Dar imaginile eroice arată mereu precum chipurile grosolane, neînsuflețite și ancestrale ale statuilor din Insula Paștelui – ba chiar mi s-a părut că unele aduc cu Mussolini! Aceasta nu este esența personalității umane, nici măcar în termeni biologici. Din punct de vedere biologic, o ființă umană este schimbătoare, sensibilă, variabilă, adaptată la mai multe medii și deloc statică. Viziunea reală a ființei umane o regăsim în copilul-minune, în Fecioara cu pruncul, în Sfânta Familie.

Pe când eram adolescent, obișnuiam să mă plimb în fiecare sâmbătă din East End până la British Museum, pentru a privi singura statuie din Insula Paștelui pe care, nu știu cum, nu o introduseseră în interiorul muzeului. Așa că sunt oarecum atașat de aceste chipuri străvechi, ancestrale. Dar în cele din urmă, toate aceste statui puse laolaltă nu prețuiesc cât un chip de copil cu gropițe în obraji.

Dacă m-am lăsat puțin dus de val afirmând cele de mai sus despre Insula Paștelui, a existat un motiv. Să ne gândim pentru o clipă ce investiție a reprezentat pentru evoluție creierul unui copil. Creierul meu cântărește cam un kilogram și jumătate, iar corpul meu cântărește de 45 de ori mai mult. Dar la naștere, corpul meu era doar o anexă a capului; el cântărea doar de 5-6 ori mai mult decât creierul meu. Pentru o lungă perioadă în istoria umană, civilizațiile au ignorat cu desăvârșire acest potențial enorm. De fapt, copilăria cea mai lungă a fost cea a civilizației, timp în care a învățat să valorifice acest potențial.

Cea mai mare parte a istoriei, copiilor li s-a cerut să se conformeze pur și simplu imaginii adultului. Am călătorit împreună cu tribul Bakhtiari din Persia pe durata migrației lor de primăvară. Ca și în cazul altor populații actuale pe cale de dispariție, felul lor de viață se apropie de cel al nomazilor de acum zece mii de ani. Putem vedea pretutindeni în acest mod străvechi de viață cum imaginea adultului strălucește în ochii copilului. Fetele sunt mici mame în devenire. Băieții sunt mici păstori. Copiii își imită părinții până și în felul de a fi.

Desigur, istoria nu a încremenit în loc între perioada triburilor nomade și Renaștere. Ascensiunea omului nu a avut nici un moment de oprire. Dar ascensiunea celor tineri, ascensiunea celor talentați, ascensiunea celor inventivi au fost de mai multe ori încetinite în tot acest răstimp.

Cu siguranță, în trecut au existat civilizații mărețe. Cine sunt eu să minimalizez civilizații precum Egiptul, China, India, și chiar Europa medievală? Și totuși, toate aceste civilizații au picat testul la următorul

capitol: toate au îngrădit libertatea de imaginație a celor tineri. Aceste culturi sunt statice și minoritare. Statice, deoarece fiul este silit să facă ce a făcut tatăl înaintea lui, și bunicul înaintea tatălui. Și minoritare, deoarece este utilizată numai o mică fracțiune din uriașul bazin de talent produs de umanitate; prea puțini învață să citească, să scrie, să vorbească limbi străine, pentru a urca teribil de înceata scară a promovării sociale.

În Evul Mediu, scara promovării trecea prin Biserică; nu exista nici o altă cale de propășire pentru un tânăr inteligent și sărac. Iar în vârful scării îl aștepta întotdeauna imaginea, icoana divinității care parcă îi spunea: „Ai ajuns acum la ultima poruncă: Să nu pui întrebări!“

De pildă, când Erasmus a rămas orfan în 1480, a trebuit să se pregătească pentru o carieră în cadrul Bisericii. Slujbele religioase erau pe atunci la fel de frumoase cum sunt și astăzi. Se poate ca Erasmus însuși să fi luat parte la emoționanta mesă *Cum Giubilate* datând din secolul al XIV-lea, pe care am ascultat-o și eu într-o biserică încă și mai

veche, San Pietro din Gropina. Dar viața monahală era pentru Erasmus o ușă de fier închisă faţă de cunoaștere. Doar după ce i-a citit pe clasici pentru sine, sfidând poruncile, lumea i s-a deschis. „Un păgân a scris aceasta altui păgân“, scrie umanistul, „totuși câtă dreptate și sfințenie, cât adevăr se află în aceste slove. Cu greu mă pot abține să nu rostesc:, «Sfinte Socrate, roagă-te pentru mine!»“

Erasmus a legat două prietenii pe viață: cu Sir Thomas More din Anglia și cu Johann Frobenius din Elveția. Din partea lui More a primit același lucru pe care l-am primit și eu când am ajuns în Anglia: sentimentul plăcerii resimțite în compania minților luminate. De la Frobenius a primit sentimentul puterii pe care o oferă cartea tipărită. Frobenius și familia lui erau marii editori ai clasicilor în secolul al XVI-lea, inclusiv ai clasicilor din medicină. Ediția operelor lui Hipocrate realizată de aceştia este, după părerea mea, una dintre cele mai frumoase cărți tipărite vreodată, în care pasiunea jovială a tipografului se manifestă în fiecare pagină tot atât de puternic precum cunoașterea.

Ce însemnătate au avut aceste trei personalități și cărțile lor: operele lui Hipocrate, *Utopia* lui More și *Elogiul nebuniei* de Erasmus? Pentru mine, ele sunt expresia democrației intelectului; și de aceea, în mintea mea, Erasmus, Frobenius și Sir Thomas More sunt repere gigantice ale epocii lor. Democrația intelectului se trage din cărțile tipărite, iar problemele înfățișate de acestea începând cu anul 1500 au dăinuit până în timpul revoltelor studențești din zilele noastre. Din ce pricină a murit Sir Thomas More? Pentru că regele său a crezut despre el că deține prea multă putere. Iar More, la fel ca Erasmus, la fel ca orice intelectual de calibru, nu și-a dorit altceva decât să fie un păzitor al integrității.

Există un conflict vechi de milenii între vârfurile intelectuale și autoritatea civilă. Cât de veche, cât de ursuză mi-a apărut în zare silueta Ierusalimului, când am intrat în oraș dinspre Ierihon, așa cum a făcut-o și Iisus, știind că se îndreaptă spre o moarte sigură. Spre moarte, pentru că Iisus era conducătorul intelectual și moral al poporului său, dar se

confrunta cu un sistem pentru care religia era pur și simplu un braț al guvernării. Avem de-a face cu o criză a alegerii cu care s-au confruntat dintotdeauna liderii spirituali: Socrate în Atena; Jonathan Swift în Irlanda, sfâșiat între compasiune și ambiție; Mahatma Gandhi în India; și Albert Einstein, când a refuzat președinția statului Israel.



43. Există un conflict vechi de milenii între vârfurile intelectuale și autoritatea civilă. Cât de veche, cât de ursuză mi-a apărut în zare silueta Ierusalimului, când am intrat în oraș dinspre Ierihon.
Vedere panoramică a orașului vechi, Ierusalim, Israel

Am adus intenționat vorba de Albert Einstein, deoarece a fost om de

știință, iar vârful intelectualităţii secolului XX este format din oameni de ştiinţă. Iar acest lucru reprezintă o problemă serioasă, deoarece știința este o sursă de putere care se situează în apropierea guvernării și pe care statul își dorește să o exploateze. Dar dacă știința își îngăduie să o apuce pe acest drum, credințele secolului XX se vor spulbera sub domnia cinismului. Vom fi văduviți de credință, deoarece nici o credință nu se poate dezvolta în acest secol dacă nu se sprijină pe știință ca recunoaștere a unicității omului, și pe mândria dată de înzestrările și operele sale. Nu este treaba științei să moştenească pământul, ci să fie moștenitoarea imaginației morale; pentru că în absența acesteia, omul, credințele lui și știința vor pieri deopotrivă.

Simt că trebuie să ofer concretețe prezentă acestor considerații. Pentru mine, omul care personifică aceste valori este John von Neumann. S-a născut în 1903, fiu al unei familii evreiești din Ungaria. Dacă s-ar fi născut cu o sută de ani mai devreme, nu am fi auzit niciodată de el. Ar fi făcut ce au făcut înaintea lui tatăl și

bunicul său: ar fi scris comentarii rabinice pe marginea unor texte dogmatice.

În schimb, „Johnny“ (așa i-a rămas numele până la sfârșitul vieții) a fost un copil-minune al matematicii. A scris lucrări de matematică încă din adolescență. A efectuat strălucite cercetări în privința ambelor subiecte pentru care a ajuns faimos înainte de împlinirea vârstei de 25 de ani.

Ambele subiecte menționate, cred că s-ar cuveni s-o spun, au de-a face cu jocul. Trebuie să înțelegeți că, dintr-un anume punct de vedere, întreaga știință, întreaga gândire umană reprezintă forme ale jocului. Gândirea abstractă este neotenia intelectului, datorită căreia omul își poate continua activitățile lipsite de o finalitate imediată (alte animale se joacă doar când sunt tinere) în vederea pregătirii strategiilor și planurilor sale pe termen lung.

Am lucrat cu Johnny von Neumann în Anglia, în timpul celui de-al Doilea Război Mondial. Mi-a vorbit pentru prima dată de teoria jocurilor într-un taxi la Londra – unul dintre locurile lui favorite pentru a vorbi despre matematică. Și, firește, fiind un

entuziast jucător de șah, i-am spus: „Te referi la teoria jocurilor cum e șahul“. „Nu, nu“, mi-a răspuns. „Șahul nu este un joc. Șahul este o formă bine definită de calcul. Este posibil să nu fii în stare să găsești răspunsurile, dar în teorie trebuie să existe o soluție, o procedură corectă indiferent de poziție. Pe când jocurile reale“, a continuat el, „nu sunt deloc așa. Viața reală nu este așa. Viața reală presupune jocul la cacealma și mici tactici viclene; te întrebi ce crede adversarul că ai de gând să faci mai departe. Cam asta înseamnă jocurile în teoria mea.“

Iar toate aceste considerații fac obiectul cărții lui. Pare foarte ciudat să dai peste o carte, voluminoasă și serioasă, cu titlul *The Theory of Games and Economic Behavior* (*Teoria jocurilor și comportamentul economic*), în care există un capitol intitulat „Jocul de poker și cacealmaua“. În plus, cât de surprinzător și dezagreabil este atunci când descoperim că volumul este plin cu ecuații care arată atât de pompos. Matematica nu este o activitate pompoasă, mai ales când este practicată de minți atât de iuți și

de pătrunzătoare precum Johnny von Neumann. Ce apare în paginile cărții este o partitură intelectuală la fel de clară ca o melodie, iar volumul mare de ecuații este pur și simplu orchestrația basului acestei partituri.

În a doua jumătate a vieții, John von Neumann a derivat din acest subiect cea de-a doua mare idee creatoare a sa. El a observat relevanța tehnică viitoare a computerelor, dar în același timp și-a dat seama că omul trebuie să înțeleagă în ce mod diferă situațiile din viața reală față de scenariile computerizate, tocmai pentru că acestea din urmă nu au soluții de precizia celor care există în șah sau calculele inginerești.

În locul termenilor săi tehnici, voi folosi propriii mei termeni pentru a descrie semnificativa realizare a lui Neumann. El a deosebit între tacticile pe termen scurt și marile strategii pe termen lung. Tacticile pot fi calculate cu exactitate, dar strategiile nu pot. Succesul matematic și conceptual al lui Johnny a constat în a demonstra că, în pofida impedimentelor, există moduri de a construi cele mai bune strategii.

În ultimii săi ani de viață a scris o carte minunată, intitulată *The Computer and the Brain* (*Computerul și creierul*), reprezentând materialul de curs pentru seria de prelegeri Silliman, pe care ar fi trebuit să le țină în 1956, dar a fost împiedicat de boală. În această lucrare, el examinează creierul ca posesor al unui limbaj în care activitățile diferitelor părți cerebrale trebuie să fie cumva cuplate și făcute să se armonizeze astfel încât să elaborăm planuri, proceduri şi un mod de viaţă complet: ceea ce disciplinele umaniste ar considera că reprezintă un sistem de valori.

Johnny von Neumann era o persoană deosebit de agreabilă și plină de căldură umană. Era, fără excepție, cel mai inteligent om pe care l-am cunoscut vreodată. Și era un geniu, înțelegând prin geniu un om care are idei mărețe. Moartea lui, în 1957, a fost o tragedie pentru noi toți. Și nu pentru că era o persoană modestă. Pe când lucram cu el în timpul războiului, ne-am confruntat odată cu o problemă, iar el mi-a spus: „O, nu, nu, chiar nu înțelegi. Tipul tău de vizualizare mintală nu este

potrivit să perceapă așa ceva. Gândește-te la problemă în mod abstract. Ce se întâmplă în această fotografie a unei explozii este chiar faptul că primul coeficient diferențial dispare în mod identic, și de aceea lucrul care devine vizibil este urma celui de-al doilea coeficient diferențial“.

După cum a spus-o chiar el, eu nu gândesc în acest mod. Cu toate acestea, l-am lăsat să plece la Londra. Iar eu m-am îndreptat spre laboratorul meu de la țară, unde am lucrat până târziu în noapte. Cam pe la miezul nopții am găsit răspunsul la problema lui. Ei bine, John von Neumann dormea întotdeauna până foarte târziu, așa că am avut amabilitatea de a nu-l trezi din somn înainte de ora zece și ceva. Când l-am sunat la hotel la Londra, mi-a răspuns la telefon din pat, după care i-am spus: „Johnny, să știi că ai dreptate“. La care mi-a răspuns: „Mă trezești așa de dimineață ca să-mi spui că am dreptate. Te rog, așteaptă până mă înșel“.

Dacă răspunsul lui vă sună a înfumurare, nu era deloc vorba de așa ceva. Era pur și simplu o

declarație emblematică pentru felul în care și-a trăit viața. Și totuși, ea conține ceva ce îmi reamintește că și-a irosit oarecum ultimii ani de viață. Nu a reușit să-și termine opera de căpătâi, care de la moartea lui a rămas la fel de dificil de continuat. Și nu a reușit pentru că a renunțat efectiv să se întrebe cum văd lucrurile alți *oameni*. A ajuns să fie din ce în ce mai prins de lucrul în slujba firmelor private, a industriei și a guvernului. Aceste alegeri profesionale l-au introdus în cercurile puterii, dar nu i-au sporit nici cunoașterea, nici familiaritatea cu semenii, care nici până astăzi nu au priceput mesajul transmis de cercetările sale în domeniul matematicii umane a vieții și a minții.

Johnny von Neumann a fost îndrăgostit de aristocrația intelectului. Iar această alegere conștientă este genul de convingere care nu poate decât să distrugă civilizația așa cum o cunoaștem. Omul ar trebui să fie reprezentat de o democrație a intelectului. Nu trebuie să pierim din pricina distanței dintre popor și conducere, dintre oameni și putere, care a dus la prăbuşirea unor

civilizații precum Babilonul, Egiptul și Roma. Iar această distanță poate fi uniformizată până la dispariție doar atunci când cunoașterea sălășluiește în casele și mințile oamenilor lipsiți de ambiția de a-i controla pe alții, de la înălţimea puterii intangibile.

Această lecție pare o lecție greu de învățat. La urma urmei, lumea noastră este condusă de specialiști: nu asta vrem să spunem prin sintagma „societate științifică“? Nu, lucrurile nu stau astfel. O societate științifică este o societate în care specialiştii pot pune în funcţiune fără obstacole lucruri precum lumina electrică. Dar tu, la fel ca și mine, trebuie să știi cum funcționează natura, și cum (de exemplu) electricitatea este una dintre expresiile ei atât în cazul luminii, cât și în cel al creierului meu.

Nu am ajuns să rezolvăm problemele umane ale vieții și minții care l-au preocupat cândva pe John von Neumann. Vom putea vreodată găsi temelii trainice pentru forme de comportament pe care le prețuim la un om complet și într-o societate împlinită? Am văzut cum comportamentul uman este

caracterizat de o semnificativă întârziere internă în pregătirea pentru acțiunile amânate. Fundamentul biologic pentru această lipsă de acțiune se extinde pe durata copilăriei îndelungate și a maturizării lente a omului. Dar amânarea acțiunii de către om merge mult mai departe de atât. Acțiunile noastre ca adulți, ca factori de decizie, ca ființe umane, sunt mediate de valori, iar eu interpretez acest fapt ca pe o serie de strategii generale prin care punem în echilibru impulsuri contrare. Nu este adevărat că ne organizăm viața pe baza unei scheme computerizate de rezolvare a problemelor. În această accepțiune, problemele umane sunt nerezolvabile. În schimb, ne modelăm comportamentul prin găsirea de principii călăuzitoare. Dezvoltăm strategii etice sau sisteme de valori pentru a ne asigura că ceea ce este atractiv pe termen scurt este pus în balanță cu satisfacțiile supreme, pe termen lung.

Iar aici ne aflăm pe un prag minunat al cunoașterii. Ascensiunea omului se află întotdeauna într-un echilibru fragil. Există mereu un sentiment de incertitudine: când

omul face pasul următor, nu știm dacă acesta va merge înainte. Și ce ne așteaptă în viitor? Cel puțin unificarea tuturor cunoștințelor dobândite, în fizică și în biologie, pentru a putea înțelege punctul în care am ajuns: adică ce este omul.

Cunoașterea nu este o carte ponosită plină de fapte. Mai presus de toate, ea este responsabilitatea pentru integritatea a ceea ce suntem, în principal a ceea ce suntem din punct de vedere etic. Nu poţi păstra această integritate informată dacă îi lași pe alții să conducă lumea în locul tău, în timp ce tu însuți continui să trăiești după reguli morale ce se trag din credințe perimate. Acest fapt este de o importanță crucială astăzi. Ni se poate părea inutil să îi sfătuim pe oameni să învețe ecuații diferențiale, ori să urmeze cursuri de electronică sau de programare computerizată. Și da, dacă peste 50 de ani în manualele școlare nu se vor regăsi explicaţii ale originii omului, ale evoluției, istoriei și progresului său, nu vom mai exista ca specie. Locurile comune ale manualelor școlare de mâine sunt aventura zilei de astăzi, în care suntem cu toții implicați.

Și resimt o tristețe infinită să mă văd înconjurat aici, în Occident, de sentimentul unei teribile pierderi a curajului, de o retragere din fața cunoașterii într-o atitudine de tipul budismului zen; într-o serie de întrebări fals profunde, de genul „Nu cumva suntem de fapt cu toții animale?“; în percepții extrasenzoriale și mister. Aceste atitudini nu sunt deloc în consonanță cu ce putem cunoaște dacă ne dedicăm unei înțelegeri profunde a omului însuși. Noi, oamenii, suntem experimentul unic prin care natura vrea să dovedească faptul că inteligența este mai solidă decât reflexele. Cunoașterea este destinul nostru. Cunoașterea de sine, adică cel puțin unificarea experienței artelor și a explicațiilor științei, ne așteaptă în viitor.

Sună extrem de pesimist să vorbim despre civilizația occidentală animați de un sentiment al retragerii. Ascensiunea omului m-a făcut să fiu atât de optimist; oare voi fi silit să renunț tocmai acum? Sigur că nu. Ascensiunea omului va continua. Dar să nu vă închipuiți că ea va continua să fie propulsată de civilizația

occidentală așa cum o cunoaștem noi. Soarta noastră atârnă în balanță în momentul de față. Dacă renunțăm, pasul următor va fi făcut oricum, dar nu de noi. Nu avem vreo garanţie de care să nu se fi bucurat Asiria, Egipt sau Roma. Și noi așteptăm să devenim trecutul altcuiva și nu neapărat acela al viitorului nostru.

Civilizația noastră este una științifică, adică o civilizație în care cunoașterea și integritatea acesteia sunt cruciale. Știința este doar cuvântul latinesc ce se traduce prin cunoaștere. Dacă nu vom face pasul următor în ascensiunea omului, el va fi făcut de popoare din alte părți ale lumii, în Africa sau în China. Ar trebui să consider că acest lucru este trist? Nu, nu neapărat. Umanitatea are dreptul să-și schimbe culoarea. Și totuși, unit fiind cu civilizația care m-a nutrit, resimt o infinită tristețe. Eu, creație a Angliei, care m-a învățat limba ei, toleranța ei și entuziasmul oferit de preocupările intelectuale, aș resimți un acut sentiment de pierdere (la fel ca şi tine) dacă peste o sută de ani din acest moment Shakespeare și Newton vor deveni fosile istorice ale

ascensiunii omului, în felul în care sunt Homer și Euclid.

Am început această serie de eseuri în valea fluviului Omo din estul Africii, și m-am reîntors aici deoarece un lucru care s-a întâmplat atunci mi-a rămas permanent în minte. Chiar în dimineața zilei în care urma să filmăm primele propoziții rostite în primul episod, un avion ușor a decolat de pe pista aerodromului nostru având la bord cameramanul și inginerul de sunet, prăbușindu-se la câteva secunde după decolare. Ca prin miracol, pilotul și cei doi membri ai echipei au scăpat nevătămați din epavă.

Dar firește că acest eveniment neprielnic mi-a lăsat o impresie profundă. Tocmai ce mă pregăteam să dau la o parte vălul trecutului, că prezentul și-a făcut pe tăcute simțită prezența și mi-a spus: „Lucrurile se întâmplă aici și acum“. Istoria nu constă în evenimente, ci în oameni. Și nu este vorba doar de oameni care își amintesc lucruri, ci de oameni care își făuresc și își trăiesc trecutul în prezent. Istoria este decizia instantanee luată de pilot, în care se

cristalizează toată cunoașterea, toată știința, tot ce s-a învățat de la începuturile omului.

Am rămas timp de două zile în tabără în așteptarea unui alt avion. Și i-am spus cameramanului, foarte amabil dar nu tocmai diplomatic, că poate ar prefera să lase pe altcineva să filmeze scenele care trebuiau obţinute din aer. Mi-a răspuns: „M-am gândit la asta. O să-mi fie frică mâine-dimineață când mă trezesc, dar o să fac filmarea. Este datoria mea“.

Tuturor ne este frică – pentru siguranţa noastră, pentru viitor, pentru întreaga lume. Aceasta este firea imaginației umane. Și totuși, fiecare om și fiecare civilizație au mers întotdeauna înainte datorită angajamentului față de țelurile asumate. Dedicarea personală a omului față de îndemânarea sa, dedicarea intelectuală și cea emoțională, acționând împreună ca o forță unică, au determinat ascensiunea omului.

Bibliografie

CAPITOLUL 1

Campbell, Bernard G., *Human Evolution: An Introduction to Man's Adaptations*, Aldine Publishing Company, Chicago, 1966, şi Heinemann Educational, London, 1967; şi „Conceptual Progress in Physical Anthropology: Fossil Man“, *Annual Review of Anthropology*, I, pp. 27–54, 1972.

Clark,Wilfrid Edward Le Gros, *The Antecedents of Man*, Edinburgh University Press, 1959.

Howells, William, ed., *Ideas on Human Evolution: Selected Essays*, 1949–1961, Harvard University Press, 1962.

Leakey, Louis S.B., *Olduvai Gorge*, 1951–1961, 3 vol., Cambridge University Press, 1965–1971.

Leakey, Richard E.R., „Evidence for an Advanced Plio-Pleistocene Hominid from East Rudolf, Kenya“,

Nature, 242, pp. 447–450, 13 aprilie 1973.

Lee, Richard B., Irven DeVore, ed., *Man the Hunter*, Aldine Publishing Company, Chicago, 1968.

CAPITOLUL 2

Kenyon, Kathleen M., *Digging up Jericho*, Ernest Benn, London, și Frederick A. Praeger, New York, 1957.

Kimber, Gordon, R.S. Athwal, „A Reassessment of the Course of Evolution of Wheat“, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 69, nr. 4, pp. 912–915, aprilie 1972.

Piggott, Stuart, *Ancient Europe: From the Beginnings of Agriculture to Classical Antiquity*, Edinburgh University Press and Aldine Publishing Company, Chicago, 1965.

Scott, J.P., „Evolution and Domestication of the Dog“, pp. 243–275, în *Evolutionary Biology*, 2, ed. Theodosius Dobzhansky, Max K. Hecht, William C. Steere, Appleton-Century-Crofts, New York, 1968.

Young, J.Z., *An Introduction to the Study of Man*, Oxford University Press, 1971.

CAPITOLUL 3

Gimpel, Jean, *Les Bâtisseurs de Cathédrales*, Editions du Seuil, Paris, 1958.

Hemming, John, *The Conquest of the Incas*, Macmillan, London, 1970.

Lorenz, Konrad, *On Aggression*, Methuen, London, 1966.

Mourant, Arthur Ernest, Ada C. Kopeć, Kazimiera Domaniewska-Sobczak, *The ABO Blood Groups; comprehensive tables and maps of world distribution*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1958.

Robertson, Donald S., *Handbook of Greek and Roman Architecture*, Cambridge University Press, ed. a II-a, 1943.

Willey, Gordon R., *An Introduction to American Archaeology*, vol. I, North and Middle America, Prentice-Hall, New Jersey, 1966.

CAPITOLUL 4

Dalton, John, *A New System of Chemical Philosophy*, 2 vol., R. Bickerstaff și G. Wilson, London, 1808–1827.

Debus, Allen G., „Alchemy“, *Dictionary of the History of Ideas*, Charles Scribner, NewYork, 1973.

Needham, Joseph, *Science and Civilization in China*, 1–4, Cambridge University Press, 1954–1971.

Pagel, Walter, *Paracelsus. An introduction to Philosophical Medicine in the Era of the Renaissance*, S. Karger, Basel și New York, 1958.

Smith, Cyril Stanley, *A History of Metallography*, University of Chicago Press, 1960.

CAPITOLUL 5

Heath, Thomas L., *A Manual of Greek Mathematics*, 7 vol., Clarendon Press, Oxford, 1931; Dover Publications, 1967.

Mieli, Aldo, *La Science Arabe*, E.J. Brill, Leiden, 1966.

Neugebauer, Otto Eduard, *The Exact Sciences in Antiquity*, Brown University Press, ed. a II-a, 1957; Dover Publications, 1969.

Weyl, Hermann, *Symmetry*, Princeton University Press, 1952.

White, John, *The Birth and Rebirth of Pictorial Space*, Faber, 1967.

CAPITOLUL 6

Drake, Stillman, *Galileo Studies*, University of Michigan Press, 1970.

Gebler, Karl von, *Galileo Galilei und die Römische Curie*, Verlag der J.G.

Gotta’schen Buchhandlung, Stuttgart, 1876.

Kuhn, Thomas S., *The Copernican Revolution*, Harvard University Press, 1957.

Thompson, John Eric Sidney, *Maya History and Religion*, University of Oklahoma Press, 1970.

CAPITOLUL 7

Einstein, Albert, „Autobiographical Notes“ în *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, edited by Paul Arthur Schilpp, Cambridge University Press, ed. a II-a, 1952.

Hoffman, Banesh, Helen Dukas, *Albert Einstein*, Viking Press, 1972.

Leibniz, Gottfried Wilhelm, *Nova Methodus pro Maximis et Minimis*, Leipzig, 1684.

Newton, Isaac, *Isaac Newton’s Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, London, 1687, ed. Alexandre Koyré și I. Bernard Cohen, 2 vol., Cambridge University Press, ed. a III-a, 1972.

CAPITOLUL 8

Ashton, T.S., *The Industrial Revolution 1760–1830*, Oxford University Press, 1948.

Crowther, J.G., *British Scientists of the 19th Century*, 2 vol., Pelican, 1940–1941.

Hobsbawm, E.J., *The Age of Revolution: Europe 1789–1848*, Weidenfeld and Nicolson, 1962; New American Library, 1965.

Schofield, Robert E., *The Lunar Society of Birmingham*, Oxford University Press, 1963.

Smiles, Samuel, *Lives of the Engineers*, 1–3, John Murray, 1861; reed. David și Charles, 1968.

CAPITOLUL 9

Darwin, Francis, *The Life and Letters of Charles Darwin*, John Murray, 1887.

Dubos, René Jules, *Louis Pasteur*, Gollancz, 1951.

Malthus, Thomas Robert, *An Essay on the Principle of Population, as it affects the Future Improvement of Society*, J. Johnson, London, 1798.

Sanchez, Robert, James Ferris, Leslie E. Orgel, „Conditions for purine synthesis: Did prebiotic synthesis occur at low temperatures?“, *Science*, 153, pp. 72–73, iulie 1966.

Wallace, Alfred Russel, *Travels on the Amazon and Rio Negro, With an*

Account of the Native Tribes, and Observations on the Climate, Geology, and Natural History of the Amazon Valley, Ward, Lock, 1853.

CAPITOLUL 10

Broda, Engelbert, *Ludwig Boltzmann*, Franz Deuticke, Vienna, 1955.

Bronowski, J., „New Concepts in the Evolution of Complexity“, *Synthese*, 21, nr. 2, pp. 228–246, iunie 1970.

Burbidge, E. Margaret, Geoffrey R. Burbidge, Williarn A. Fowler, Fred Hoyle, „Synthesis of the Elements in Stars“, *Reviews of Modern Physics*, 29, nr. 4, pp. 547–650, octombrie 1957.

Segrè, Emilio, *Enrico Fermi: Physicist*, University of Chicago Press, 1970.

Spronsen, J.W. van, *The Periodic System of Chemical Elements: A History of the First Hundred Years*, Elsevier, Amsterdam, 1969.

CAPITOLUL 11

Blumenbach, Johann Friedrich, *De generis humani varietate nativa*, A. Vandenhoeck, Göttingen, 1775.

Gillispie, Charles C., *The Edge of Objectivity: An Essay in the History of*

Scientific Ideas, Princeton University Press, 1960.

Heisenberg, Werner, „Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik“, *Zeitschrift für Physik*, 43, p. 172, 1927.

Szilard, Leo, „Reminiscences“, ed. Gertrud Weiss Szilard, Kathleen R. Winsor, în *Perspectives in American History*, II, 1968.

CAPITOLUL 12

Briggs, Robert W., Thomas J. King, „Transplantation of Living Nuclei from Blastula Cells in to Enucleated Frogs Eggs“, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 38, pp. 455–463, 1952.

Fisher, Ronald A., *The Genetical Theory of Natural Selection*, Clarendon Press, Oxford, 1930.

Olby, Robert C., *The Origins of Mendelism*, Constable, 1966.

Schrödinger, Erwin, *What is Life?*, Cambridge University Press, 1944; reed., 1967.

Watson, James D., *The Double Helix*, Atheneum, Weidenfeld and Nicolson, 1968.

CAPITOLUL 13

Braithwaite, R.B., *Theory of Games as a Tool for the Moral Philosopher*, Cambridge University Press, 1955.

Bronowski, J., „Human and Animal Languages“, pp. 374–395, în *To Honor Roman Jakobson*, I. Mouton & Co., The Hague, 1967.

Eccles, John C., ed., *Brain and the Unity of Conscious Experience*, Springer-Verlag, 1965.

Gregory, Richard, *The Intelligent Eye*, Weidenfeld and Nicolson, 1970.

Neumann, John von, Oskar Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press, 1943.

Wooldridge, Dean E., *The Machinery of the Brain*, McGraw-Hill, 1963.

CREDITE FOTOGRAFICE

BBC Books dorește să le mulțumească următorilor pentru furnizarea fotografiilor și ilustrațiilor și pentru permisiunea de a reproduce materiale cu drept de autor. Deși s-au făcut toate eforturile pentru a identifica și recunoaște toți deținătorii drepturilor de autor, dorim să ne cerem scuze în cazul în care s-au strecurat erori sau omisiuni.

Imaginea 1: Coarne moderne și fosile de antilopă nyala, Musée de L'Homme, Paris (Yves Coppens).

Imaginea 2: Craniul copilului din Taung, University of Witwatersrand, Johannesburg (Alan R. Hughes, permisiune din partea prof. P.V. Tobias); oase fosile de deget și deget mare de *Australopithecus*, Mary Waldron.

Imaginea 3: Reprezentare grafică computerizată a etapelor de evoluție ale craniului uman, BBC.

Imaginea 4: Pictură rupestră, Erwin O. Christensen, prin amabilitatea Bonanza Books.

Imaginea 5: Bizon culcat, Altamira, Michael Holford.

Imaginea 6: Craniu din situl arheologic Ierihon, Ashmolean Museum, University of Oxford; turnul de pe dealul Ierihon, Dave Brinicombe.

Imaginea 7: Tâmplar, National Museum, Copenhaga; cui de lut, The Trustees of the British Museum; cuptor de brutar, The Trustees of the British Museum.

Imaginea 8: Tâmplari folosind strungul de lemn, The British Library, Asia, Pacific and Africa Collections.

Imaginea 9: Vas pictat grecesc, The Trustees of the British Museum.

Imaginea 10: Zidărie incașă de la Machu Picchu, H. Ubbelohde Doering.

Imaginea 11: Marea Moschee, Cordoba, Conway Library, The Courtauld Institute of Art, Londra, fotografie de A.F. Kersting.

Imaginea 12: Meșteri zidari la lucru, secolul al XIII-lea, din *The Book of*

Saint Albans, The Board of Trinity College Dublin.

Imaginea 13: Mască de rege aheu, The Art Archive / Alamy; dinar de aur cu regele Khosrau II, The Trustees of the British Museum; puma Mochica, Museos „Oro del Perú“, „Armas del Mundo“, Fundación Miguel Mujica Gallo; insignă din aur turnat, Roynon Raikes / Victoria and Albert Museum, Londra; receptor central de input, Paul Brierly.

Imaginea 14: Furnalul corpului de Paracelsus, Wellcome Library, Londra; pământul, aerul și focul de Paracelsus, S. Karger.

Imaginea 15: Ilustrări ale atomilor, BBC.

Imaginea 16: Harpist orb, SSPL via Getty Images.

Imaginea 17: Gravură chinezească cu teorema lui Pitagora, The British Library Board (Or.15378); versiune arabă a teoremei lui Pitagora, The British Library Board (add.23387, f.28).

Imaginea 18: Ilustrare a unei simetrii arhitecturale, BBC.

Imaginea 19: Analiza perspectivei unui potir – desen de Paolo Uccello,

Gabinetto dei Disegni e Stampe, Uffizi, Florența, Italia / Alinari.

Imaginea 20: Două pagini din *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, World History Archive / Alamy.

Imaginea 21: Scrisoare adresată de Halley lui Newton scrisă în 29 iunie 1686, Provost and Scholars of King's College Cambridge.

Imaginea 22: Grafică computerizată reprezentând inversarea unei sfere, BBC.

Imaginea 23: Paratrăsnet, Historical and Interpretive Collections of The Franklin Institute, Inc., Philadelphia, PA.

Imaginea 24: Monedă Wilkinson, The Trustees of the British Museum.

Imaginea 25: Elevator-platformă, BBC.

Imaginea 26: Charles Darwin, akg-images.

Imaginea 28: Dmitri Mendeleev, Novosti Press Agency.

Imaginea 29: Jocul Răbdării al lui Mendeleev, BBC.

Imaginea 30: Schiță timpurie a Tabelului periodic al elementelor, Interfoto / Alamy.

Imaginea 31: Pilă atomică grafit-uraniu experimentală, Argonne National Laboratory.

Imaginea 32a: Clișeul originar al lui Röntgen, Deutsches Museum, München.
Imaginea 32b: Model de difracție cu raze X al unui cristal de ADN, King’s College London.
Imaginea 33: Curba lui Gauss, BBC.
Imaginea 34: Enrico Fermi, Argonne National Laboratory.
Imaginea 35: Scrisoarea oamenilor de știință adresată președintelui Roosevelt, Argonne National Laboratory, prin amabilitatea Franklin D. Roosevelt Library.
Imaginea 36: Gregor Mendel în 1865, Science Photo Library.
Imaginea 37: Cromozomi de mari dimensiuni în celulele foiței de ceapă, Brian Bracegirdle.
Imaginea 38: Andrea Pisano, „Crearea Evei“, akg-images / Orsi Battaglini.
Imaginea 39: Celulă de algă verde, Arthur M. Siegelman.
Imaginea 40: Leonardo, „Copil în pântec“, Dennis Hallinan / Alamy.
Imaginea 41: Autorul acasă, ținând în mână un mulaj al craniului copilului din Taung, D.K. Miller, Salk Institute.
Imaginea 42: Dürer, „Autoportret“, Lehman Collection, New York.

Imaginea 43: Vedere panoramică a orașului vechi, Ierusalim, Jon Arnold Images Ltd/Alamy.